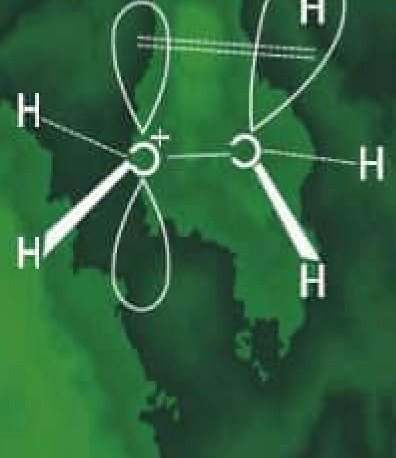

کیمیا

گیارھویں جماعت کے لیے درسی کتاب



کیمیا

حصہ I



کیمیا

حصہ I

گیارھویں جماعت کے لیے درسی کتاب

جامعہ ملیہ اسلامیہ، نئی دہلی

نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ

Kemiya-I (Chemistry)
Textbook for Class-XI

ISBN 81-7450-607-1

پہلا اردو ایڈیشن

اگست 2006 شراون 1928

دیگر طباعت

دسمبر 2013 پوش 1935

PD 1H SPA

قیمت : ₹ 125.00

این سی ای آر ٹی کے پبلی کیشن ڈویژن کے دفاتر

این سی ای آر ٹی کیمپس
شری اروندو مارگ
نئی دہلی - 110016 فون 011-26562708

108,100 فٹ روڈ ہوسڈے کیرے ہیلی
ایکسٹینشن بناشنکری III اسٹیج
بنگلور - 560085 فون 080-26725740

نوجیون ٹرسٹ بھون
ڈاک گھر، نوجیون
احمد آباد - 380014 فون 079-27541446

سی ڈبلیو سی کیمپس
بمقابل ڈھانکل بس اسٹاپ، پانی ہاٹی
کولکتہ - 700114 فون 033-25530454

سی ڈبلیو سی کامپلیکس
مالی گاؤں
گواہاٹی - 781021 فون 0361-2674869

اشاعتی ٹیم

ہیڈ پبلی کیشن ڈویژن	:	اشوک شریواستو
چیف پروڈکشن آفیسر	:	کلیان بنرجی
چیف بزنس منیجر	:	گوتم گانگولی
ایڈیٹر	:	سید پرویز احمد
پروڈکشن آفیسر	:	وی۔ بی۔ میشرام

لے آؤٹ اور تصاویر
ندھی وادھوا، انل نائیال

سرورق
شویتا راؤ

این سی ای آر ٹی واٹر مارک 80 جی ایس ایم کاغذ پر شائع شدہ

سکریٹری نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ، شری اروندو مارگ، نئی دہلی نے نوتن پرنٹرز، F-89/12، اوکھلا انڈسٹرئیل ایریا، فیز-1، نئی دہلی 110020 میں چھپوا کر پبلی کیشن ڈویژن سے شائع کیا۔

پیش لفظ

قومی درسیات کا خاکہ (NCF)، 2005 میں سفارش کی گئی ہے کہ اسکول میں بچوں کی زندگی ان کی اسکول سے باہر کی زندگی سے وابستہ ہونی چاہیے۔ یہ اصول کتابی آموزش یعنی صرف کتابوں کے ذریعے سیکھنے کی پرانی روایت ترک کر دینے کی نشاندہی کرتا ہے۔ کتابی آموزش کے ذریعہ ہمارے نظام کو تشکیل دینے کا سلسلہ اب بھی جاری ہے اور اس کے سبب اسکول، گھر اور بستی کے درمیان ایک خلا اور فاصلہ قائم ہوتا ہے۔ قومی درسیات کا خاکہ یعنی این۔ سی۔ ایف کی بنیاد پر تیار کردہ نصاب تعلیم اور درسی کتابیں اس بنیادی تصور کو عملی جامہ پہنانے کی کوشش کا ایک مظہر ہیں۔ یہ رٹ کر سیکھنے اور مختلف نصابی مضامین کے درمیان حد فاصل برقرار رکھنے کی حوصلہ شکنی کی کوشش بھی کرتی ہیں۔ ہمیں امید ہے کہ یہ اقدامات نمایاں طریقے سے بچہ پر مرکوز اس نظام تعلیم کی جانب ہمیں آگے بڑھائیں گے جس کا خاکہ قومی پالیسی برائے تعلیم (1986) میں دیا گیا ہے۔

اس کوشش کی کامیابی کا انحصار ان اقدامات پر ہوگا جو اسکولوں کے پرنسپل اور اساتذہ آموزش پر غور و فکر کرنے اور پُر تصور سرگرمیوں اور سوالات کی پیروی کرنے میں بچوں کی ہمت افزائی کے لیے اٹھائیں گے۔ ہمیں یہ تسلیم کرنا اور سمجھنا ہوگا کہ اگر بچوں کو جگہ، وقت اور آزادی دی جائے تو وہ بڑوں کی فراہم کردہ معلومات میں مصروف ہو کر نیا علم پیدا کر سکتے ہیں۔ محض مجوزہ درسی کتابوں کو امتحان کی بنیاد بنانا ہی آموزش کے دوسرے وسائل اور مقامات کو نظر انداز کرنے کی ایک وجہ ہے۔ تخلیقیت اور پیش قدمی کی صلاحیت کو جاگزیں کرنا اسی وقت ممکن ہے جب ہم بچے کو سیکھنے کے عمل میں ایک شریک کار کی نظر سے دیکھیں اور اس کے ساتھ اسی کے مطابق پیش آئیں نہ کہ ان کو ایک مخصوص اور جامد علم کے وصول کنندگان کی حیثیت سے دیکھیں۔

ان مقاصد کو حاصل کرنے کے لیے اسکول کے معمولات اور طریقہ کار میں تبدیلی ضروری ہے۔ روزمرہ کے نظام الاوقات میں لچک اتنی ہی ضروری ہے جتنی سال بھر کے کاموں کے کیلنڈر کو عملی جامہ پہنانے کی مشقت جس سے کہ تدریس کے لیے مطلوبہ ایام اصلی پڑھائی کے لیے دیے جاسکیں۔ تدریس اور جانچ کے لیے استعمال کیے جانے والے طریقے طے کریں گے کہ یہ کتاب بچوں کی زندگیوں کو اسکول میں ذہنی دباؤ اور اکتاہٹ پیدا کرنے کے ذرائع کے بجائے اسے ایک خوش گوار تجربہ بنانے کے لیے کتنی موثر ثابت ہوتی ہے۔ نصاب بنانے والوں نے بچوں پر پڑنے والے تعلیمی بوجھ کے مسئلے کی طرف بھی مختلف مرحلوں پر علم کی ازسرنو ساخت اور بچے کی نفسیات کا زیادہ خیال کرتے ہوئے اور پڑھائی کے لیے دستیاب وقت کو ذہن میں رکھتے ہوئے توجہ دینے کی کوشش کی ہے۔ یہ درسی کتاب غور و فکر، چھوٹے چھوٹے گروپوں میں بحث و مباحثہ اور عملی کام کی سرگرمیوں اور مواقع کو ترجیح دینے اور بڑھانے کی ایک کوشش ہے۔

نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ اس کتاب کے لیے ذمہ دار ٹیکسٹ بک ڈیولپمنٹ کمیٹی کی محنت اور لگن کو بڑی قدر کی نگاہ سے دیکھتی ہے۔ ہم سائنس اور ریاضی کی مشاورتی کمیٹی کے صدر پروفیسر جے۔ وی۔ نارلیکار اور اس کتاب کے خصوصی صلاح کار پروفیسر پی۔ ایل۔ کھنڈیل وال کا کمیٹی کے کام کی رہنمائی کے لیے شکریہ ادا کرتے ہیں۔ اس کتاب کی تیاری میں کئی اساتذہ نے بھی حصہ لیا اور عملی شرکت کی۔ ہم ان کے پرنسپل صاحبان کے ممنون ہیں کہ انھوں نے اسے ممکن بنایا۔ ہم ان اداروں اور تنظیموں کے بھی احسان مند ہیں جنھوں نے فیاضی کا مظاہرہ

کرتے ہوئے ہمیں اپنے وسائل، مواد اور افراد کو استعمال کرنے کی اجازت دی۔

ہم اس نصابی کتاب کے اُردو ترجمے کی ذمہ داری بخوبی انجام دینے کے لیے جامعہ ملیہ اسلامیہ، نئی دہلی کے شکر گزار ہیں، خاص طور پر جامعہ ملیہ اسلامیہ کے وائس چانسلر پروفیسر مشیر الحسن اور محترمہ رخشندہ جلیل کے ممنون و شکر گزار ہیں جنھوں نے مرکز برائے جواہر لعل نہرو اسٹڈیز، جامعہ ملیہ اسلامیہ کے آؤٹ ریچ پروگرام کے ذریعے اس عمل میں رابطہ کار کے فرائض بخوبی انجام دیئے۔ کونسل اس کتاب کے اردو ترجمہ کے لیے پروفیسر طلعت عزیز کی شکر گزار ہے۔

ایسی تنظیم کی حیثیت سے جو باقاعدہ اصلاح اور اپنی تیار کی ہوئی کتابوں میں مسلسل بہتری کے لیے خود کو پابند کر چکی ہے، این سی ای آر ٹی تجاویز اور آراء کا خیر مقدم کرتی ہے جو نظر ثانی کرنے اور مزید بہتری لانے میں ہمارے لیے مددگار ثابت ہوں گی۔

نئی دہلی

20 دسمبر 2005

ڈائریکٹر

نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ

درسی کتاب تیار کرنے والی کمیٹی

چیئر پرسن، ایڈوائزری کمیٹی برائے درسی کتب سائنس اور ریاضی

جے۔ وی۔ نرلیکار، پروفیسر، چیئرمین، ایڈوائزری کمیٹی، انٹر یونیورسٹی سینٹر برائے ایسٹرونومی اینڈ ایسٹروفیزکس (IUCCA)، گنیش کھنڈ، پونے یونیورسٹی، پونے۔

خصوصی صلاح کار

بی۔ ایل۔ کھنڈیلوال، پروفیسر (ریٹائرڈ) سائنٹسٹ، سی ایس آئی آر، اے آئی سی ٹی ای، سابق چیئرمین، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، نئی دہلی

ممبران

اے۔ ایس۔ برار، پروفیسر، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، دہلی

انجنی کول، لیکچرر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

ایچ۔ او۔ گپتا، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

آئی پی اگروال، پروفیسر، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، این سی ای آر ٹی، بھوپال

جے شی شرما، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

ایم چندرا، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

پونم ساہنی، پی جی ٹی، (کیمسٹری) کیندریہ ودیالیہ، وکاس پوری، نئی دہلی

آر کے پراشر، لیکچرر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

ایس کے ڈوگرا، پروفیسر، ڈاکٹر بی آر امبیڈکر سینٹر فار بایومیڈیکل ریسرچ دہلی یونیورسٹی، دہلی

ایس کے گپتا، ریڈر، اسکول آف اسٹڈیز ان کیمسٹری، جیواجی یونیورسٹی، گوالیر، مدھیہ پردیش

سادھنا بھارگوا، پی جی ٹی، (کیمسٹری) سردار پٹیل ودیالیہ، لودی اسٹیٹ، نئی دہلی

شبھا کیشوان، ہیڈ مسٹریس، ڈیمونسٹریشن اسکول، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، این۔ سی۔ ای۔ آر۔ ٹی، میسور، کرناٹک

سکھویر سنگھ، ریڈر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

سنیتا ملہوترا، پروفیسر، اسکول آف سائنسز، اگنو، میدان گڑھی، نئی دہلی

وی۔ کے۔ ورما، پروفیسر (ریٹائرڈ)، انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، بنارس ہندو یونیورسٹی، وارانسی، اتر پردیش

وی۔ پی۔ گپتا، ریڈر، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، این۔ سی۔ ای۔ آر۔ ٹی، بھوپال، مدھیہ پردیش

ممبر کوآرڈی نیٹر

الکا مہروترا، ریڈر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

اظہار تشکر

نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ گیارھویں جماعت کے لیے کیمیا کی درسی کتاب کی تیاری میں شامل افراد اور تنظیموں کا ان کے بیش قیمتی تعاون کے لیے شکریہ ادا کرتی ہے۔ کونسل اس بات کے لیے بھی شکر گزار ہے کہ موجودہ درسی کتاب کی تیاری میں کیمیا کی درسی کتاب کے گذشتہ ایڈیشن (2005) سے کچھ مفید مواد کا استعمال کیا گیا ہے۔ اس کتاب کے مسودے پر نظر ثانی، ایڈیٹنگ، تخلیص اور کتاب کو حتمی شکل دینے کے لیے کونسل مندرجہ ذیل ماہرین تعلیم کا ان کے تعاون کے لیے شکریہ ادا کرتی ہے: جی۔ ٹی۔ بھنڈاجے، پروفیسر، آر۔ آئی۔ ای، میسور؛ این۔ رام، پروفیسر، آئی آئی ٹی، نئی دہلی؛ آر۔ سندھو، ریڈر، آر۔ آئی۔ ای، (این سی ای آر ٹی) بھوپال؛ سنجیو کمار، ریڈر، دیش بندھو کالج، کالکاجی، نئی دہلی؛ شاما بھٹا چاریہ، ریڈر، ہنس راج کالج، دہلی؛ وجے ساردا، ریڈر، ذاکر حسین کالج، نئی دہلی؛ کے۔ کے۔ ارورا، ریڈر، ذاکر حسین کالج، نئی دہلی؛ ششی سکسینہ، ریڈر، ہنس راج کالج، دہلی؛ انورادھا سین، اپیجے اسکول، شیخ سرائے، نئی دہلی؛ سی۔ سری نواس، پی جی ٹی، کیندریہ ودیالیہ، پشپ وہار، نئی دہلی؛ ڈی ایل بھارتی، پی جی ٹی، رام جس اسکول، سیکٹر-IV، آر کے پورم، نئی دہلی؛ الا شرما، پی جی ٹی، دہلی پبلک اسکول، دوارکا، سیکٹر-B، نئی دہلی؛ راج لکشمی کارتکیین، ہیڈ (سائنس)، مدرس انٹرنیشنل اسکول، سری اروندو مارگ، نئی دہلی؛ سشما کرن سیتیا، پرنسپل، سروودے کنیا ودیالیہ، ہری نگر، نئی دہلی؛ ندھی چودھری، پی جی ٹی، سی آر پی ایف، پبلک اسکول روہنی، دہلی اور وینا سوری پی جی ٹی، بلو بیلس اسکول، کیلاش، نئی دہلی۔

کونسل ایم۔ چندرا، پروفیسر اینڈ ہیڈ، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی کا ان کے تعاون کے لیے خصوصی طور پر شکریہ ادا کرتی ہے۔

کونسل اس کتاب کو تیار کرنے کے لیے پبلی کیشن ڈپارٹمنٹ کے ڈی ٹی پی آپریٹر فلاح الدین فلاحی اور اسسٹنٹ ایڈیٹر محمد اکبر اصلاحی کی بھی شکر گزار ہے۔

فہرست

اکائی 1

کیمسٹری کے کچھ بنیادی تصورات
(Some Basic Concepts of Chemistry)

"کیمسٹری سالمات اور ان کے تبدّل *(Transformation)* کی سائنس ھے. یہ صرف سو عناصر کی سائنس ھی نہیں ھے بلکہ ان لاتعداد قسم کے سالمات کی سائنس ھے جو ان سے بنائے جاسکتے ھیں."

رولڈ ھوف مان

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- زندگی کے مختلف شعبوں میں کیمسٹری کے کردار کو سمجھ سکیں اور اس کی قدر کرسکیں؛
- مادہ کی تین حالتوں کی خصوصیات کو سمجھ سکیں؛
- مختلف اشیا کی عناصر، مرکبات اور آمیزوں میں درجہ بندی کرسکیں؛
- SI اساسی اکائیوں کی تعریف کرسکیں اور کچھ عام استعمال ہونے والے سابقوں (Prefixes) کی فہرست تیار کرسکیں؛
- سائنسی ترقیم (Notation) استعمال کرسکیں اور اعداد پر سادہ ریاضیاتی عمل کرسکیں؛
- ہوبہودرستگی (Precision) اور درستگی صحت (Accuracy) میں فرق کرسکیں؛
- بامعنی ہندسے (Significant Figures) معلوم کرسکیں؛
- طبعی مقداروں کو ایک نظام اکائی سے دوسرے نظام اکائی میں تبدیل کرسکیں؛
- کیمیائی اتحاد (Chemical Combination) کے مختلف قوانین کی وضاحت کرسکیں؛
- اصطلاحات: مول اور مولر کمیت، بیان کرسکیں؛
- ایک مرکب کو تشکیل دینے والے مختلف عناصر کی فی صد کمیت کا حساب لگاسکیں؛
- دیے ہوئے تجرباتی آنکڑوں سے ایک مرکب کا ایمپیریکل فارمولہ (Empirical Formula) اور سالماتی ضابطہ (Molecular Formula) معلوم کرسکیں؛
- تناسب پیائی (Stoichiometric) کی تحسیب کرسکیں۔

کیمسٹری میں مادہ کی ترکیب (Composition)، ساخت (Structure) اور خصوصیات کا مطالعہ مادہ کے بنیادی اجزائے ترکیبی (Constituents) کی شکل میں کیا جاتا ہے، یہ اجزائے ترکیبی ایٹم اور **سالمات** (Molecules) کہلاتے ہیں۔ اس لیے کیمسٹری کو ایٹم اور سالمات کی سائنس کہا جاتا ہے۔ کیا ہم ان ہستیوں (Entities) کو دیکھ، تول یا محسوس کرسکتے ہیں؟ کیا مادہ کی ایک دی ہوئی کمیت میں ایٹموں اور سالمات کی تعداد شمار کرنا نیز کمیت اور ان ذرات (ایٹم اور سالمات) کی تعداد کے مابین مقداری رشتہ حاصل کرنا ممکن ہے؟ اس اکائی میں ہم ایسے کچھ سوالوں کے جواب حاصل کرنے کی کوشش کریں گے۔ مزید، ہم یہ بھی بیان کریں گے کہ مادہ کی طبعی خاصیتیں، عددی قدروں کو مناسب اکائیوں کے ساتھ استعمال کر کے، مقداری شکل میں کیسے بیان کی جاسکتی ہیں۔

1.1 کیمسٹری کی اہمیت (Importance of Chemistry)

سائنس کو سمجھا جاسکتا ہے کہ یہ انسان کی لگاتار جاری رہنے والی ایسی کوشش ہے، جس کے ذریعے فطرت (Nature) کو بیان کرنے اور سمجھنے کے لیے معلومات کو منظم کیا جاسکے۔ سہولت کے لیے سائنس کو مختلف مضامین میں بانٹا گیا ہے: علم کیمیا (Chemistry)، علم طبیعیات (Physics)، علم حیاتیات (Biology)، علم طبقات الارض (Geology) وغیرہ۔

کیمسٹری سائنس کی وہ شاخ ہے، جس میں مادہ کی ترکیب، خصوصیات اور باہمی عمل (Interaction) کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ کیمسٹ اس بات کو جاننے میں دلچسپی رکھتے ہیں کہ کیمیائی تبدل کا عمل کس طرح واقع ہوتا ہے۔ کیمسٹری سائنس میں مرکزی کردار ادا کرتی ہے اور اکثر سائنس کی دوسری شاخوں: علم طبعیات (Physics)، علم حیاتیات (Biology)، علم طبقات الارض (Geology) سے بھی وابسطہ رہتی ہے۔ کیمسٹری روزمرہ کی زندگی میں بھی اہم کردار ادا کرتی ہے۔

کیمیائی اصول مختلف شعبوں میں اہمیت کے حامل ہیں مثلاً موسموں کی طرز، دماغ کی کارکردگی اور ایک کمپیوٹر کا عمل۔ وہ کیمیائی صنعتیں جن میں فرٹیلائزر، القلی (Alkali)، تیزاب، نمک، رنگ (Dyes)، دوائیں، صابن، ڈٹرجنٹ (Detergent)، دھاتیں، پالیمر (Polymer)، بھرت (Alloys) اور دوسرے غیر نامیاتی (Inorganic) اور نامیاتی (Organics) کیمیائی اشیا (Chemicals) تیار کی جاتی ہیں اور جن میں نئی اشیا بھی شامل ہیں، قومی معیشت کا اہم حصہ ہیں۔

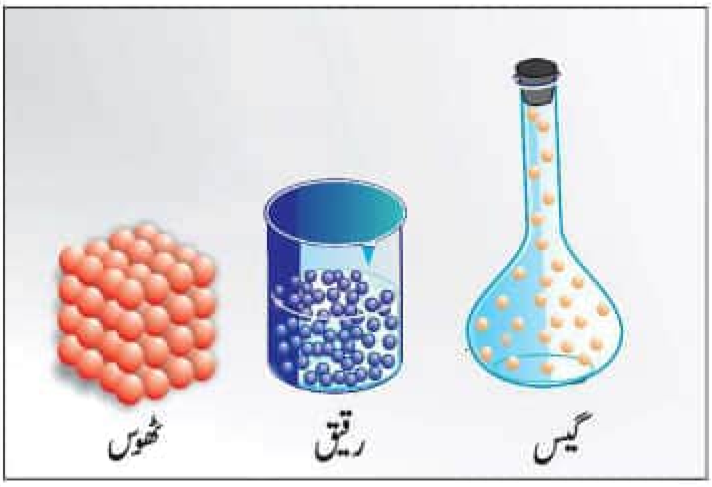
کیمسٹری، انسان کی غذائی ضرورتوں کو پورا کرنے، صحت کی دیکھ بھال سے متعلق اشیا تیار کرنے اور زندگی کو بہتر بنانے کے لیے درکار اشیا تیار کرنے میں اہم رول ادا کرتی ہے۔ جس کی مثالیں ہیں: مختلف قسم کے کھادوں کی بڑے پیمانے پر پیداوار اور حشرات کش (Insecticides) اور گھن مار (Pesticides) دواؤں کی تیاری۔ اسی طرح زندگی بچانے والی بہت سی دوائیں جیسے سس پلاٹن (Cisplatin) اور ٹیکسول (Taxol) جو کینسر کے علاج میں موثر ہیں اور AZT (ایزی دوتھائی مائی ڈائن) (Azidothymidine) جو AIDS کے شکار مریضوں کی مدد کے لیے استعمال ہوتی ہے، نباتاتی اور حیوانی ویلوں سے الگ کر کے یا تالیفی طریقوں (Synthetic Methods) سے تیار کی جاتی ہیں۔

کیمیائی اصولوں کی بہتر تفہیم کے ذریعے ایسی نئی اشیا کا ڈیزائن تیار کرنا اور ان کی تالیف کرنا اب ممکن ہو گیا ہے، جن کی مخصوص مقناطیسی، برقی اور بصری خصوصیات ہوتی ہیں۔ اس طرح اب اعلیٰ موصلیت والے سیریمک (Ceramics)، موصل پالیمر اور بصری ریشے (Optical Fibres) بنانے اور ٹھوس حالت آلات (Solid State Devices) کو بڑے پیمانے پر مختصر شکل میں پیش کرنے کی راہ ہموار ہوئی ہے۔

حالیہ برسوں میں کیمسٹری نے ماحولیاتی انحطاط (Environmental Degradation) کے سنگین پہلوؤں پر قابو پانے میں خاصی کامیابی حاصل کی ہے۔ ماحول کے لیے خطرہ بن چکے کلوروفلورو کاربن (جو کہ کرہ قائمہ میں اوزون پرت کے افراغ کے لیے ذمہ دار ہیں) جیسے ریفریجرنٹ کے محفوظ متبادل کامیابی کے ساتھ تالیف کیے جا چکے ہیں۔ پھر بھی، کئی بڑے ماحولیاتی مسائل ابھی بھی ماہرینِ کیمسٹری کے لیے سنجیدہ پریشانی کا باعث ہیں۔ ان میں سے ایک مسئلہ میتھین، کاربن ڈائی آکسائڈ جیسی سبز گھر گیسوں کے انتظام سے متعلق ہے۔ حیاتیاتی کیمیائی عملوں کی تفہیم، کیمیائی اشیا اور نئے غیر ملکی مادوں کی بڑے پیمانے پر تیاری اور تالیف میں انزائموں کا استعمال کچھ ایسے ذی فہم چیلنجز ہیں جو نئی نسل کے کیمیادانوں کو درپیش ہیں۔ ہندوستان جیسے ایک ترقی پذیر ملک کو ایسے ہونہار خلاق (Creative) کیمیادانوں کی ضرورت ہے جو ان چیلنجز کو قبول کر سکیں۔

1.2 مادّہ کی فطرت (Nature of Matter)

آپ اپنی پچھلی جماعتوں میں اصطلاح مادہ (Matter) سے پہلے ہی واقف ہو چکے ہیں۔ کوئی بھی شے، جس میں کمیت ہوتی ہے اور جو جگہ گھیرتی ہے، 'مادّہ' کہلاتی ہے۔ ہمارے اردگرد کی ہر ایک چیز مثلاً کتاب، قلم، پنسل، پانی، ہوا، تمام جاندار اشیا وغیرہ مادہ سے بنی ہوئی ہے۔ آپ جانتے ہیں کہ ان سب میں کمیت ہوتی ہے اور یہ سب اشیا جگہ گھیرتی ہیں۔



شکل 1.1: ٹھوس، رقیق اور گیسی حالت میں ذرات کی ترتیب

آپ اس بات سے بھی واقف ہیں کہ مادہ تین طبعی حالتوں میں پایا جاتا ہے یعنی ٹھوس، رقیق اور گیس۔ ان تینوں حالتوں میں مادہ کے ترکیبی ذرات (Constituent Particles) کو شکل 1.1 کی طرح ظاہر کیا جا سکتا ہے۔ ٹھوس اشیا میں یہ ذرات ایک دوسرے کے بہت نزدیک ایک

ترتیب شدہ طرز میں ہوتے ہیں اور حرکت کرنے کی کچھ زیادہ آزادی نہیں ہوتی۔ رقیق میں، یہ ذرات ایک دوسرے کے نزدیک ہوتے ہیں لیکن وہ اردگرد حرکت کر سکتے ہیں۔ جب کہ گیسوں میں یہ ذرات ٹھوس یا رقیق کے مقابلے میں ایک دوسرے سے کافی فاصلے پر رہوتے ہیں اور ان کی حرکت آسان اور تیز ہوتی ہے۔ ذرات کی اس طرح کی ترتیب کے باعث، مادہ کی مختلف حالتیں، مندرجہ ذیل خصوصیات ظاہر کرتی ہیں:

(i) ٹھوس اشیا کا حجم اور شکل مقرر ہوتی ہے۔

(ii) رقیق اشیا کا حجم تو مقرر ہوتا ہے، لیکن شکل مقرر نہیں ہوتی۔ یہ اس برتن کی شکل اختیار کر لیتے ہیں جس میں انھیں رکھا جاتا ہے۔

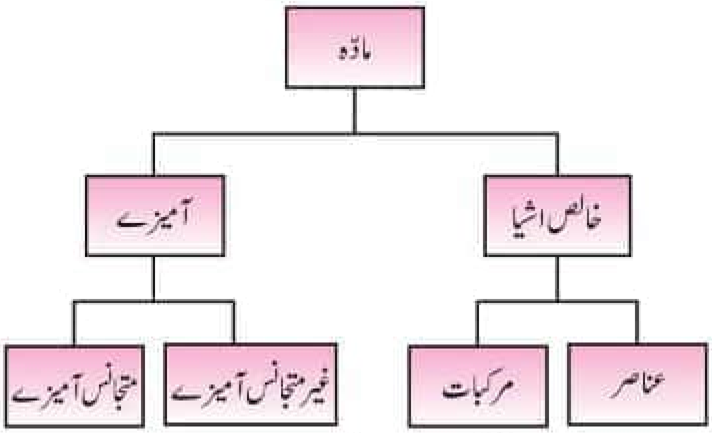
(iii) گیسوں کا نہ تو حجم مقرر ہوتا ہے اور نہ ہی شکل مقرر ہوتی ہے۔ یہ پوری طرح سے اس برتن میں پھیل جاتی ہیں، جس میں انھیں رکھا جاتا ہے۔

مادہ کی ان تینوں حالتوں کو، درجہ حرارت اور دباؤ کے حالات کو تبدیل کر کے آپس میں بدلا جاسکتا ہے۔

گیس ⇌ (گرم کر کے / ٹھنڈا کر کے) رقیق ⇌ (گرم کر کے / ٹھنڈا کر کے) ٹھوس

ایک ٹھوس گرم کرنے پر، عام طور سے رقیق میں اور مزید گرم کرنے پر رقیق، گیس (یا ابخرات) حالت میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ اس کے برعکس گیس کو ٹھنڈا کرنے پر یہ رقیق میں تبدیل ہو جاتی ہے جو کہ مزید ٹھنڈا کرنے پر ٹھوس شکل اختیار کر لیتی ہے۔

اجمالی (Macroscopic) یا جسیم (Bulk) سطح پر مادہ کی درجہ بندی 'آمیزہ' (Mixture) یا 'خالص شئے' کے تحت کی جاسکتی ہے۔ ان کو مزید اس طرح تقسیم کیا جاسکتا ہے، جیسا کہ شکل 1.2 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 1.2: مادّہ کی درجہ بندی

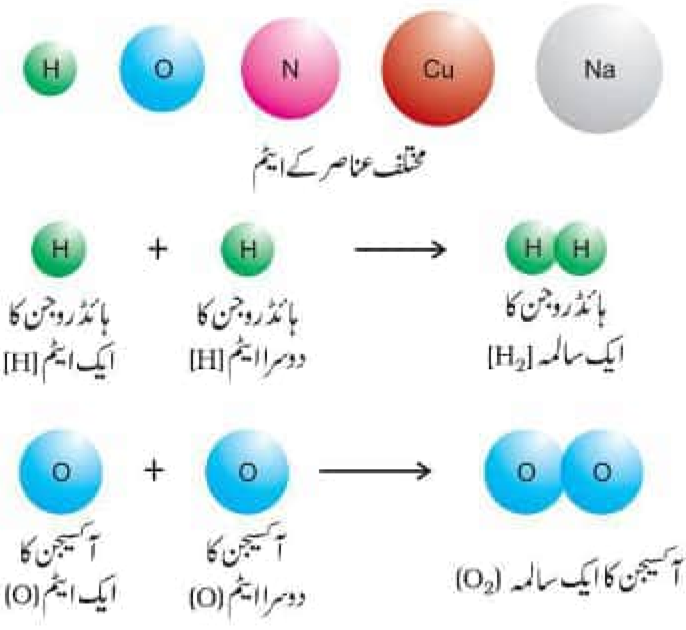
آپ کے اطراف میں پائی جانے والی زیادہ تر اشیا 'آمیزے' (Mixtures) ہیں۔ مثال کے طور پر پانی میں چینی کا محلول، ہوا، چائے وغیرہ سب آمیزہ ہیں۔ ایک آمیزہ میں دو یا دو سے زیادہ اشیا (کسی بھی نسبت میں) پائی جاتی ہیں، جو کہ اس کے اجزا (Components) کہلاتے ہیں۔ ایک آمیزہ **متجانس** (Homogenous) بھی ہوسکتا ہے اور **غیر متجانس** (Heterogeneous) بھی۔ **متجانس آمیزہ** میں اجزا ایک دوسرے میں **مکمل** طور پر ملے ہوتے ہیں اور پورے آمیزہ میں اس کی ترکیب یکساں ہوتی ہے۔ اس کے برخلاف، **غیر متجانس** (Heterogenous) آمیزوں میں، ترکیب (Composition) پورے آمیزے میں یکساں نہیں ہوتی اور کبھی کبھی مختلف ترکیب بھی دیکھنے میں آتی ہے۔ مثال کے طور پر نمک اور چینی، اناج اور دالیں، جن میں کچھ گندگی بھی شامل ہوتی ہے (جو اکثر پتھر ہوتے ہیں)، غیر متجانس آمیزے ہیں۔ آپ اپنی روزانہ زندگی سے آمیزوں کی ایسی اور کئی مثالیں سوچ سکتے ہیں۔ یہاں یہ بتا دینا بھی فائدہ مند ہوگا کہ ایک آمیزے کے اجزا کو طبعی طریقوں کا استعمال کر کے علیحدہ کیا جاسکتا ہے، جیسے ہاتھ سے چن کر، چھان کر، تقطیر (Filter) کر کے، قلماؤ (Crystallization) کے ذریعے، کشید (Distillation) کے ذریعے وغیرہ۔

خالص اشیا کی خاصیتیں آمیزوں سے مختلف ہوتی ہیں۔ ان کی ترکیب (Composition) معین ہوتی ہے، جبکہ آمیزوں میں اجزائے ترکیبی کسی بھی نسبت میں ہوسکتے ہیں اور ان کی ترکیب **متغیر** (Variable) ہوتی ہے۔ تانبہ، چاندی، سونا، پانی، گلوکوز، خالص اشیا کی کچھ مثالیں ہیں۔ گلوکوز میں کاربن، ہائڈروجن اور آکسیجن ایک مقررہ نسبت میں شامل ہوتے ہیں، اس لیے گلوکوز کی ترکیب بھی باقی تمام خالص اشیا کی طرح معین ہوتی ہے۔ مزید خالص اشیا کے اجزائے ترکیبی سادہ طبعی طریقوں سے علیحدہ نہیں کیے جاسکتے۔

خالص اشیا کی مزید درجہ بندی **عناصر** (Elements) اور **مرکبات** (Compounds) کے تحت کی جاسکتی ہے۔ ایک **عنصر** صرف ایک ہی قسم کے ذرات پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ ذرات ایٹم (Atom) یا سالمات (Molecules) ہو سکتے ہیں۔ غالباً آپ اپنی پچھلی جماعتوں میں ایٹم اور سالمات سے واقفیت حاصل کر چکے ہیں۔ پھر بھی اکائی 2 میں آپ ان کے بارے میں تفصیل سے پڑھیں گے۔ سوڈیم، تانبہ، چاندی،

ہائڈروجن، آکسیجن وغیرہ عناصر کی کچھ مثالیں ہیں۔ ان سب میں ایک ہی قسم کے ایٹم ہوتے ہیں۔ حالانکہ مختلف عناصر کے ایٹم اپنی طبع کے لحاظ سے مختلف ہوتے ہیں۔ تانبہ اور سوڈیم جیسے کچھ عناصر میں واحد ایٹم، ایک ساتھ رہ کر ان کے اجزائے ترکیبی ہوتے ہیں، جبکہ کچھ دوسرے عناصر میں دو یا دو سے زیادہ ایٹم متحد ہو کر عنصر کا سالمہ بناتے ہیں۔ اس لیے ہائڈروجن، نائٹروجن اور آکسیجن جیسی گیسیں سالمات پر مشتمل ہوتی ہیں، جن میں ان کے دو ایٹم مل کر سالمات بناتے ہیں۔ اسے شکل 1.3 میں دکھایا گیا ہے۔

جب دو یا دو سے زیادہ مختلف عناصر کے ایٹم آپس میں متحد ہوتے ہیں، تو مرکب (Compound) کا سالمہ حاصل ہوتا ہے۔ مرکبات کی کچھ مثالیں ہیں: پانی، امونیا، کاربن ڈائی آکسائڈ، شکر وغیرہ۔ پانی اور کاربن ڈائی آکسائڈ کے سالمات شکل 1.4 میں دکھائے گئے ہیں۔



شکل 1.3: ایٹم اور سالمات کا اظہار



شکل 1.4: پانی اور کاربن ڈائی آکسائڈ کے سالمات کا کا اظہار

آپ نے اوپر دیکھا کہ پانی کا ایک سالمہ دو ہائڈروجن اور ایک آکسیجن ایٹم پر مشتمل ہے۔ اس طرح کاربن ڈائی آکسائڈ کا ایک سالمہ آکسیجن کے دو ایٹم اور کاربن کے ایک ایٹم پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس لیے ایک مرکب میں مختلف عناصر کے ایٹم ایک متعین اور مقررہ (Fixed and Definite) نسبت میں شامل ہوتے ہیں اور یہ نسبت اس مخصوص مرکب کی خصوصیت ہے۔ مزید مرکب کی خاصیتیں اس کے ترکیبی عناصر کی خاصیتوں سے مختلف ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر ہائڈروجن اور آکسیجن گیسیں، مگر ان کے اتحاد سے بننے والا مرکب یعنی کہ پانی ایک رقیق شے ہے۔ یہ نوٹ کرنا بھی دلچسپ ہوگا کہ ہائڈروجن پاپ (Pop) کی آواز کے ساتھ جلتی ہے اور آکسیجن احتراق میں مدد کرتی ہے، لیکن پانی کو آگ بجھانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

مزید یہ کہ مرکب کے اجزائے ترکیبی کو نسبتاً سادہ اشیا میں طبعی طریقوں سے الگ نہیں کیا جاسکتا۔ ان کو کیمیائی طریقوں سے علیحدہ کیا جاسکتا ہے۔

1.3 مادہ کی خاصیتیں اور ان کی پیائش (Properties of Matter and Their Measurement)

ہر ایک شے کی جداگانہ اور نمایاں خاصیتیں ہوتی ہیں۔ ان خاصیتوں کو دو زمروں میں درجہ بند کیا جاسکتا ہے۔ **طبعی خاصیتیں اور کیمیائی خاصیتیں**۔

طبعی خاصیتیں (Physical Properties) وہ خاصیتیں ہیں جن کی پیائش یا مشاہدہ، شے کی شناخت (Identity) یا ترکیب کو تبدیل کیے بغیر کیا جاسکتا ہے۔ رنگ، بو، نقطۂ گداخت (Melting Point)، نقطۂ جوش (Boiling Point)، کثافت (Density) وغیرہ طبعی خصوصیات کی کچھ مثالیں ہیں۔ **کیمیائی خاصیتوں** (Chemical Properties) کی پیائش یا مشاہدہ کرنے کے لیے کیمیائی تبدیلی کا واقع ہونا ضروری ہے۔ کیمیائی خاصیتوں کی مثالیں ہیں: مختلف اشیا کے مابین خصوصی تعاملات، ان میں تیزابیت (Acidity) یا اساسیت (Basicity) اور احتراق پذیری (Combustibility) شامل ہیں۔

مادہ کی کئی خاصیتیں جیسے لمبائی، رقبہ، حجم وغیرہ اپنی فطرت کے لحاظ سے مقداری ہیں۔ کسی بھی مقداری مشاہدہ یا پیائش، کا اظہار ایک عدد اور اس اکائی میں کیا جاتا ہے جس میں اس کی پیائش کی گئی ہے۔ مثال کے طور پر ایک کمرے کی لمبائی کو "6 m" ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ یہاں '6' عدد ہے اور 'm' میٹر کو ظاہر کرتا ہے یعنی وہ اکائی جس میں لمبائی کی پیائش کی جاتی ہے۔

جدول 1.1: اساسی طبعی مقداریں اور ان کی اکائیاں

اساسی طبعی مقدار	مقدار کی علامت	SI اکائی کا نام	SI اکائی کی علامت
لمبائی (Length)	l	میٹر (Meter)	m
کمیت (Mass)	m	کلوگرام (Kilogram)	kg
وقت (Time)	t	سیکنڈ (Second)	s
حرحرکیاتی درجہ حرارت (Thermodynamic Temperature)	I	کیلون (Kelvin)	A
شے کی مقدار (Amount of Substance)	T	مول (Mole)	K
برقی رو (Electric Current)	n	ایمپیر (Ampere)	mol
درخشاں شدت (Luminous Intensity)	I_v	کنڈیلا (Candela)	cd

جدول 1.2: SI اساسی اکائیوں کی تعریفیں

لمبائی کی اکائی	میٹر	میٹر روشنی کے ذریعے طے کیے گئے اس راستہ کی لمبائی ہے جسے وہ ویکوم میں ایک سیکنڈ کے 1/299 792 458 وقفہ میں طے کرتی ہے۔
کمیت کی اکائی	کلوگرام	کلو گرام کمیت کی اکائی ہے۔ یہ کلوگرام کے بین الاقوامی نمونے کی کمیت کے مساوی ہے۔
وقت کی اکائی	سیکنڈ	سیزیم 133 ایٹم کی گراؤنڈ اسٹیٹ کی دو ہائپرفائن لیول کے مابین عبور سے مطابقت رکھنے والے اشعاع کے 9192631770 ادوار کا وقفہ سیکنڈ ہے۔
برقی رو کی اکائی	ایمپیر	ایمپیر وہ مستقل کرنٹ ہے، جسے اگر دو لامتناہی لمبائی اور قابل نظرانداز دائری عرض تراش کے دو مستقیم متوازی موصلوں کے درمیان برقرار رکھا جائے اور وہ موصل ویکوم میں ایک دوسرے سے 1 میٹر کے فاصلے پر ہوں تو وہ ان دونوں موصلوں کے درمیان جو قوت پیدا کرے، وہ 2×10^{-7} نیوٹن فی میٹر لمبائی ہو۔
حرحرکیاتی درجہ حرارت کی اکائی	کیلون	کیلون، حرحرکیاتی درجہ حرارت کی اکائی، پانی کے ثلاثی نقطہ کے حرحرکیاتی درجہ حرارت کی 1/273.16 کسر ہے۔
شے کی مقدار کی اکائی	مول	1 مول ایک نظام کی شے کی وہ مقدار ہے، جس میں ابتدائی ہستیوں کی تعداد اتنی ہوتی ہے، جتنی کہ کاربن 12 کے 0.012 کلوگرام میں ایٹوں کی تعداد ہوتی ہے۔ اس کی علامت ''mol'' ہے۔ جب مول استعمال کیا جائے تو ابتدائی ہستیوں کی وضاحت کرنا لازمی ہے، کیونکہ یہ بنیادی ہستیاں ایٹم یا آئن یا الیکٹران یا دوسرے ذرات، یا ایسے ذرات کا کوئی مخصوص گروپ ہوسکتی ہیں۔
درخشانی شدت	کنڈیلا	کنڈیلا، اس ماخذ کی دی ہوئی سمت میں درخشاں شدت ہے جو 540×10^{12} ہرٹز کے کرومیٹک اشعاع کو خارج کرتا ہے اور جس کی اشعاعی شدت، اس سمت میں، 1/683 واٹ فی اسٹیریڈین ہے۔

دنیا کے مختلف حصّوں میں، پیائش کے دو مختلف نظام، یعنی کہ ''انگلش نظام'' اور ''میٹرک نظام'' استعمال کیے جارہے تھے۔ میٹرک نظام، جو سب سے پہلے، اٹھارویں صدی کے اواخر میں فرانس میں استعمال ہونا شروع ہوا، زیادہ سہل تھا، کیونکہ اس کی بنیاد اعشاری نظام پر تھی۔ سائنسی برادری کو ایک مشترک معیاری نظام کی ضرورت محسوس ہو رہی تھی۔ ایسا نظام 1960 میں قائم ہوا اور اس کی تفصیل سے ذیل میں بحث کی گئی ہے۔

1.3.1 اکائیوں کا بین الاقوامی نظام (The International System of Units: SI)

اکائیوں کا بین الاقوامی نظام (فرانسیسی میں: *Le Systeme International d'Unites*) جس کا مخفف ہے SI۔ اوزان اور پیائشوں کی گیارہویں عمومی کانفرنس (General Conference on Weights and Measures) [فرانسیسی میں: میں مخفف *CGPM* کے *(Conference Generale des Poids at Measures)* ذریعے قائم کیا گیا۔ CGPM ایک بین حکومتی قرارداد تنظیم ہے، جو ایک سفارتی قرارداد کے ذریعے بنایا گیا تھا جسے میٹر قرارداد (Meter Convention) کے نام سے جانا جاتا ہے، جس پر 1875 میں پیرس میں دستخط کیے گئے تھے۔

SI نظام میں 7 اساسی اکائیاں ہیں جن کی فہرست جدول 1.1 میں دی گئی ہے۔ یہ اکائیاں 7 بنیادی سائنسی مقداروں سے منسلک ہیں۔ باقی تمام طبعی مقداریں، جیسے چال (Speed)، حجم (Volume)، کثافت (Density) وغیرہ، ان مقداروں سے اخذ کی جاسکتی ہیں۔

SI اساسی اکائیوں کی تعریفیں جدول 1.2 میں دی گئی ہیں۔

SI نظام میں ایک اکائی کے اضعاف (Multiples) اور ذیلی اضعاف (Submultiples) کی نشاندہی کرنے کے لیے سابقوں (Prefixes) کے استعمال کی اجازت ہے۔ ان سابقوں کی فہرست جدول 1.3 میں دی گئی ہے۔

آیئے، ذرا تیزی سے ان چند مقداروں پر نظر ڈالیں، جو آپ اس کتاب میں بار بار استعمال کریں گے۔

جدول 1.3: SI نظام میں استعمال ہونے والے سابقے

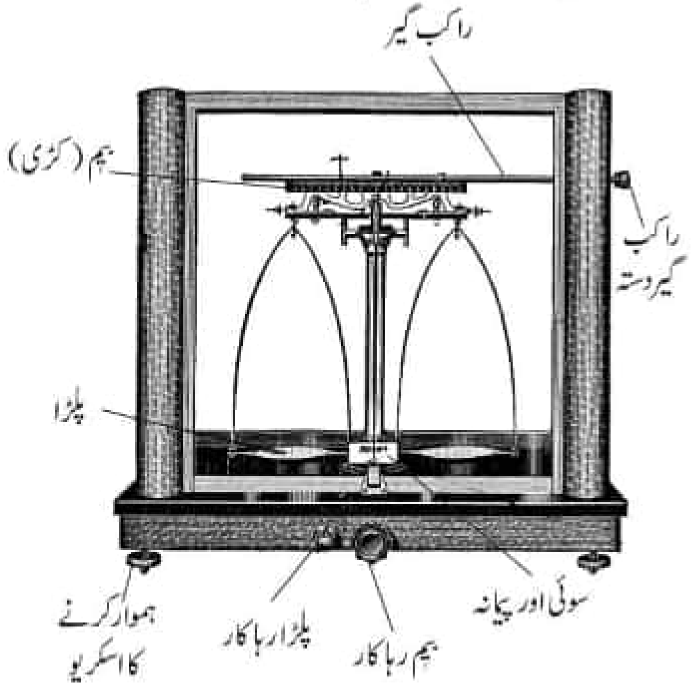
علامت	سابقہ	ضعف
y	یوکٹو (Yocto)	10^{-24}
z	زیپٹو (Zepto)	10^{-21}
a	اٹو (Atto)	10^{-18}
f	فیمٹو (Femto)	10^{-15}
p	پی کو (Pico)	10^{-12}
n	نینو (Nano)	10^{-9}
µ	مائیکرو (Micro)	10^{-6}
m	ملی (Milli)	10^{-3}
c	سینٹی (Centi)	10^{-2}
d	ڈیسی (Deci)	10^{-1}
da	ڈیکا (Deca)	10
h	ہیکٹو (Hecto)	10^{2}
k	کلو (Kilo)	10^{3}
M	میگا (Mega)	10^{6}
G	گیگا (Giga)	10^{9}
T	ٹیرا (Tera)	10^{12}
P	پیٹا (Peta)	10^{15}
E	ایکسا (Exa)	10^{18}
Z	زیٹا (Zeta)	10^{21}
Y	یوٹا (Yotta)	10^{24}

1.3.2 کمیت اور وزن (Mass and Weight)

ایک شے کی کمیت اس شے میں پائے جانے والے مادے کی مقدار ہے، جیسا کہ اس کا وزن اس پر ثقل (Gravity) کے باعث لگنے والی قوت ہے۔ شے کی کمیت مستقلہ ہے، جب کہ اس کا وزن، ایک مقام سے دوسرے مقام پر کشش ثقل کی تبدیلی کی وجہ سے، تبدیل ہوسکتا ہے۔ آپ کو ان اصطلاحات استعمال کرتے وقت احتیاط سے کام لینا چاہیے۔

ایک شے کی کمیت، بہت زیادہ درستگی صحت کے ساتھ، تجربہ گاہ میں ایک تجزیاتی ترازو (Analytical Balance) استعمال کر کے معلوم کی جاسکتی ہے (شکل 1.5)۔

جیسا کہ جدول 1.1 میں درج ہے، کمیت کی SI اکائی کلوگرام ہے۔ لیکن، اس کی کسر، گرام (1 Kg = 1000 g) تجربہ گاہوں میں زیادہ استعمال ہوتی ہے، کیونکہ عام طور سے کیمیائی تعاملات میں استعمال ہونے والی کیمیائی اشیا کی مقدار کم ہوتی ہے۔



شکل 1.5 : تجزیاتی ترازو (Analytical Balance)

پیائش کے قومی معیاروں کو قائم رکھنا

اکائیوں کا نظام بہ شمول اکائی کی تعریفیں، وقت کے ساتھ ساتھ بدلتا رہتا ہے۔ جب بھی کسی مخصوص اکائی کی پیائش کی درستگی صحت میں نئے اصولوں کو قبول کرنے سے خاطر خواہ اضافہ ہوا، میٹر قرارداد (جس پر 1875 میں دستخط کیے گئے) کی ممبر اقوام، اس اکائی کی رسمی تعریف میں تبدیلی کرنے کے لیے رضامند ہو گئیں۔ ہر ایک جدید صنعتی ملک (جس میں ہندوستان بھی شامل ہے)، میں ایک نیشنل میٹر یولوجی انسٹی ٹیوٹ (National Metrology Institute, NMI) ہوتا ہے جو پیائشوں کا معیار قائم رکھتا ہے۔ ہندوستان میں یہ ذمہ داری نیشنل فزیکل لیبوریٹری (National Physical Laboratory, NPL) نئی دہلی، کو دی گئی ہے۔ یہ تجربہ گاہ، بنیادی اکائیوں اور مشتق اکائیوں کو حاصل کرنے کے لیے تجربات کرتی ہے اور پیائشوں کے قومی معیاروں کو قائم رکھتی ہے۔ ان معیاروں کا موازنہ، ایک دوری مدت کے بعد، دنیا کے دوسرے ممالک میں قائم نیشنل میٹریولوجی انسٹی ٹیوٹ اور پیرس میں قائم معیاروں کے بین الاقوامی بیورو (International Bureau of Standards) کے معیاروں سے کیا جاتا رہتا ہے۔

حجم (Volume)

حجم کی اکائی ^{3}(لمبائی) ہے۔ اس لیے SI نظام میں حجم کی اکائی m^3 ہے۔ لیکن کیمیائی تجربہ گاہوں میں مقابلتاً چھوٹے حجم استعمال ہوتے ہیں اس لیے حجم کو اکثر cm^3 یا dm^3 اکائیوں میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

رقیق اشیا کے حجم کی پیائش کے لیے ایک عام اکائی لیٹر (L) کا استعمال کیا جاتا ہے، جو کہ SI اکائی نہیں ہے۔

$$1\ L = 1000\ mL,\ 1000\ cm^3 = 1 dm^3$$

شکل 1.6 سے ان رشتوں کو سمجھنے میں آسانی ہوگی۔

تجربہ گاہ میں، رقیق اشیا یا محلولوں کا حجم، نشان بند سلنڈر (Graduated Cylinder)، بیوریٹ (Burette) یا پپیٹ (Pipette) وغیرہ کے ذریعے ناپا جاسکتا ہے۔ کسی متعین حجم کو تیار کرنے کے لیے حجمی فلاسک (Volumetric Flask) کا استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ پیائشی آلات شکل 1.7 میں دکھائے گئے ہیں۔

کثافت (Density)

کسی شے کی کثافت اس کی کمیت کی مقدار فی اکائی حجم ہے۔ اس لیے کثافت کی SI اکائی مندرجہ ذیل طریقے سے حاصل کی جاسکتی ہے:

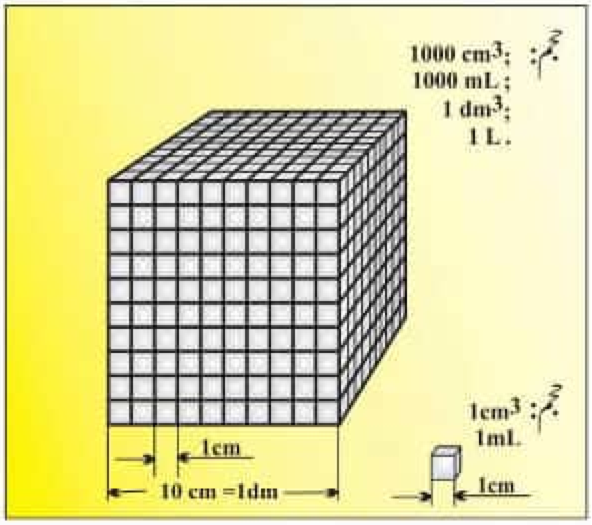
$$\text{کثافت کی SI اکائی} = \frac{\text{کمیت کی SI اکائی}}{\text{حجم کی SI اکائی}}$$

$$= \frac{kg}{m^3} \text{ یا } kg\ m^{-3}$$

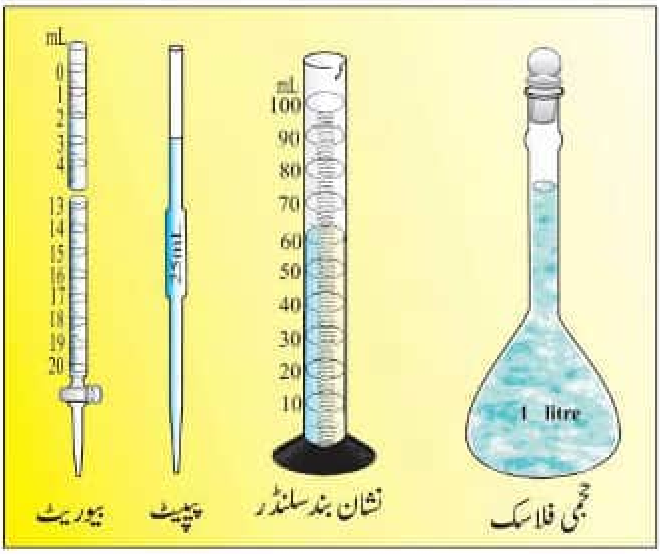
یہ اکائی کافی بڑی ہے اور ایک کیمیاداں، اکثر کثافت $g\ cm^{-3}$ میں ظاہر کرتا ہے، جہاں کمیت گرام میں اور حجم cm^3 میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

درجہ حرارت (Temperature)

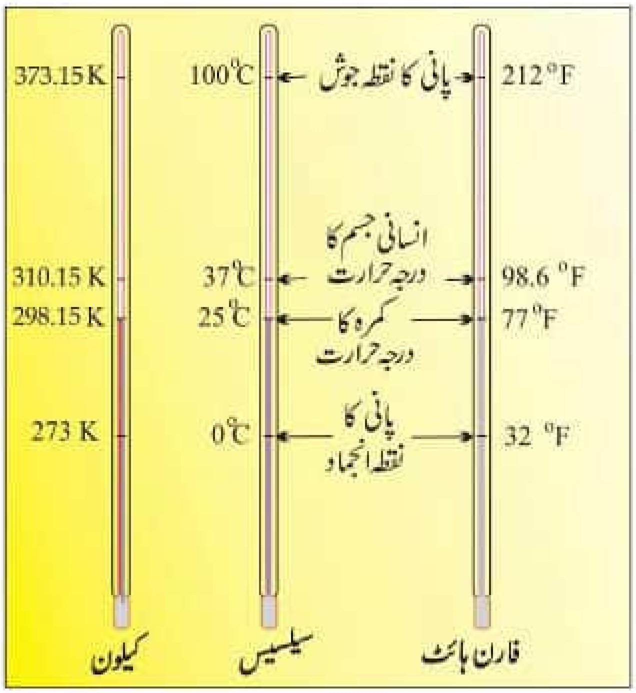
درجہ حرارت کی پیائش کے تین عام پیمانے ہیں — °C (ڈگری سلسیس Degree Celsius)، °F (ڈگری فارن ہائٹ: Degree Fahrenheit) اور K (کیلون: Kelvin)۔ یہاں K، SI اکائی ہے۔ ان پیمانوں پر مبنی تھرمامیٹر (Thermometer) شکل 1.8 میں دکھائے گئے ہیں۔ عام طور سے سیلسیس پیمانے والے تھرمامیٹر میں 0° سے 100° تک نشان بندی کی جاتی ہے جہاں یہ دونوں درجہ حرارت پانی کے بالترتیب نقطہ انجماد (Freezing Point) اور نقطہ جوش (Boiling Point) ہیں۔ فارن ہائٹ اسکیل 32° سے 212° تک ظاہر کیا جاتا ہے۔



شکل 1.6 حجم ظاہر کرنے کے لیے استعمال ہونے والی مختلف اکائیاں



شکل 1.7 حجم ناپنے کے کچھ آلات



شکل 1.8 مختلف درجہ حرارت پیمانے استعمال کرنے والے تھرمامیٹر

ان دونوں پیمانوں پر درجہ حرارت میں تعلق مندرجہ ذیل ہے:

$$°F = \frac{9}{5}(°C) + 32$$

کیلون اسکیل اور سیلسیس اسکیل میں مندرجہ ذیل رشتہ ہے:

$$K = °C + 273.15$$

یہ نوٹ کرنا بھی دلچسپ ہے کہ 0 °C سے کم درجہ حرارت (یعنی کہ منفی قدروں) سیلسیس پیمانہ پر ممکن ہیں لیکن کیلون پیمانہ پر منفی درجہ حرارت ممکن نہیں ہے۔

حوالہ معیار (Reference Standard)

کلوگرام یا میٹر جیسی پیمائش کی اکائی کی تعریف کرنے کے بعد سائنس داں حوالہ معیاروں پر متفق ہوئے جو تمام پیمائشی آلات کی پیمانہ بندی (Calibration) کرنے کو ممکن بناتے ہیں۔ قابلِ اعتماد پیمائشیں (Reliable Measurements) حاصل کرنے کے لیے میٹر جھڑ اور تجزیاتی ترازو جیسے تمام آلات تیار کرنے والوں نے پیمانہ بندی کی ہے۔ تاکہ ان سے درست پیمائش کی جاسکے۔ لیکن ان میں سے ہر ایک آلہ کو کسی ایک حوالے (Reference) سے معیاری بنایا جاتا ہے یا پیمانہ بند کیا جاتا ہے۔ 1989 سے کمیت معیار، کلوگرام ہے۔ اس کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ اس پلاٹینم-اریڈیم (Pt-Ir) اسطوانہ کی کمیت ہے جو سیورس، فرانس میں واقع پیمائش اور وزن کے بین الاقوامی بیورو (International Bureau of Weights and Measurs) میں ایک ہوا بند (Airtight) جار میں محفوظ ہے۔ Pt-Ir کو اس معیار کے لیے اس لیے منتخب کیا گیا کیونکہ یہ کیمیائی حملے کے خلاف بہت زیادہ مزاحم ہے اور اس کی کمیت بہت لمبے عرصے تک تبدیل نہیں ہوگی۔

سائنس داں کمیت کے کے نئے معیار کی تلاش میں ہیں۔ اس کی کوشش، آووگاڈرو مستقلہ کے درست تعین کے ذریعے کی جارہی ہے۔ اس نئے معیار پر ہونے والا کام، نمونے کی ایک معرف شدہ کمیت میں ایٹموں کی تعداد کی درست پیمائش پر مرکوز ہے۔ ایسے ایک طریقے کی درستگی صحت 10^6 میں ایک حصّہ ہے، جس میں انتہائی خالص (Ultra Pure) سلیکان کی قلم (Crystal) کی ایٹمی کثافت، x-شعاعوں کے استعمال کے ذریعے معلوم کی جاتی ہے۔ لیکن ابھی اسے بطور معیار قبول نہیں کیا گیا ہے۔ ایسے دوسرے طریقے بھی ہیں لیکن ابھی تک کوئی اس قابل نہیں ہے کہ Pt-Ir اسطوانے کی جگہ لے سکے۔ اس میں کوئی شبہ نہیں کہ اسی دہائی میں تبدیلیاں متوقع ہیں۔

میٹر کی شروع میں اس طرح تعریف کی گئی تھی کہ یہ اس Pt - Ir چھڑ پر لگائے گئے دو نشانوں کے درمیان کا فاصلہ ہے، جو کہ 0°C (273.15 K) درجہ حرارت پر رکھی ہوئی ہے۔ 1960 میں ایک میٹر کی لمبائی کی تعریف اسی طرح کی گئی ہے کہ یہ اس روشنی کے طولِ موج (Wave Length) کا 1.65076373×10^6 گنا ہے جو کہ کرپٹان لیزر (Crypton Laser) خارج کرتا ہے۔ حالانکہ یہ بے تکا سا عدد ہے، اس نے میٹر کی لمبائی کو اس کی متفقہ قدر پر قائم رکھا۔ CGPM نے 1983 میں میٹر کی تعریف دوبارہ کی۔ یہ تعریف اس طرح کی گئی کہ میٹر روشنی کے ذریعہ ویکوم میں طے کیے گئے اس فاصلے کے مساوی ہے جو روشنی ایک سیکنڈ کے 1/299 792 458 وقفہ میں طے کرتی ہے۔ لمبائی اور کمیت کی طرح دوسری طبعی مقداروں کے لیے بھی حوالہ معیار ہیں۔

1.4 پیمائش میں عدم یقینی (Uncertainty in Measurement)

بعض اوقات کیمسٹری کے مطالعے کے دوران ہمیں تجرباتی اعداد وشمار اور نظریاتی تحسیبات کو برتنا پڑتا ہے۔ ایسے بامعنی طریقے ہیں، جن کے ذریعے اعداد کو سہولت کے ساتھ برتا جاسکتا ہے اور آنکڑوں کا حقیقی اظہار، جس حد تک ممکن ہو اتنے یقین کے ساتھ، کیا جاسکتا ہے۔ ان تصورات سے ذیل میں بحث کی گئی ہے۔

1.4.1 سائنسی ترسیم (Scientific Notiation)

کیونکہ کیمسٹری ایٹم اور سالمات کی سائنس ہے، جن کی کمیت بہت کم اور تعداد بہت زیادہ ہوتی ہے، ایک کیمیا داں کو ایسے اعداد کو برتنا پڑتا ہے جو اتنے بڑے ہو سکتے ہیں، جیسے کہ 602,200,000,000,000,000,000,000 جو کہ 2 گرام ہائڈروجن گیس کے سالمات کی تعداد ہے اور اتنے چھوٹے ہو سکتے ہیں جیسے کہ: 0.00 000 000 000 000 000 000 000 166 g جو کہ ایک H ایٹم کی کمیت ہے۔ اس طرح دوسرے مستقلوں جیسے پلانک مستقلہ، روشنی کی چال، ذرات پر برقی چارج وغیرہ میں مندرجہ بالا قدر کے اعداد شامل ہوتے ہیں۔

ایک لمحے کے لیے ایسے اعداد کو گننا یا لکھنا مزحکہ خیز معلوم ہوسکتا ہے، جن میں اتنے صفر شامل ہوں۔ لیکن ایسے اعداد پر سادہ ریاضیاتی عمل: جمع، تفریق، ضرب کرنا، تقسیم کرنا ایک حقیقی چیلنج پیش کرتے ہیں۔ آپ اوپر دی ہوئی قسم کے کوئی بھی دو عدد لکھ سکتے ہیں اور پھر اس چیلنج کو قبول کرنے کے لیے ان پر کوئی بھی سادہ ریاضیاتی عمل کر کے دیکھ سکتے ہیں۔ تب آپ کو ایسے اعداد کو برتنے میں پیش آنے والی دشواری کا صحیح اندازہ ہوگا۔

اس مسئلے کو، ایسے اعداد کے لیے سائنسی طریقہ کتابت (ترسیم) (Scientific Notation) کے استعمال کے ذریعے حل کیا گیا ہے جو قوت نمائی ترسیم (Exponential Notation) ہے۔ اس ترسیم میں کسی بھی عدد کو $N \times 10^n$ کی کی شکل میں ظاہر کیا جاسکتا ہے، جہاں N ایک قوت نما (Exponent) ہے، جس کی قدر مثبت یا منفی ہوسکتی ہے اور N ایک عدد ہے (ہندسے کے معنی میں کہتے ہیں) جو ...1.000 اور ......9.999 کے درمیان کوئی عدد ہوسکتا ہے۔

اس لیے ہم سائنسی ترسیم میں 323.508 کو 2.32508×10^2 لکھ سکتے ہیں۔ نوٹ کریں کہ اس طرح لکھتے وقت، اعشاریہ کو بائیں طرف دو مقام کھسکانا پڑا اور یہی سائنسی ترسیم میں 10 کا قوت نما (2) ہے۔ اسی طرح 0.00016 کو 1.6×10^{-4} لکھا جاسکتا ہے۔ یہاں اعشاریہ کو دائیں طرف 4 مقام کھسکایا گیا ہے اور سائنسی ترسیم میں قوت نما (−4) ہے۔

اب سائنسی ترسیم میں ظاہر کیے گئے اعداد پر ریاضیاتی عمل کرنے کے لیے درج ذیل نکات ذہن نشین کرنے ہوں گے۔

ضرب اور تقسیم (Multiplication and Division)

ان دونوں عملوں میں وہی قاعدے بروئے کار لائے جاتے ہیں جو قوت نما اعداد کے قاعدے ہیں۔ یعنی کہ،

$$\left(5.6\times10^{5}\right)\times\left(6.9\times10^{8}\right)=\left(5.6\times6.9\right)\left(10^{5+8}\right)$$
$$=\left(5.6\times6.9\right)\times10^{13}$$
$$= 38.64 \times 10^{13}$$
$$= 3.864 \times 10^{14}$$

$$\left(9.8\times10^{-2}\right)\times\left(2.5\times10^{-6}\right)=\left(9.8\times2.5\right)\left(10^{-2+(-6)}\right)$$
$$=\left(9.8\times2.5\right)\left(10^{-2-6}\right)$$
$$= 24.50 \times 10^{-8}$$
$$= 2.450 \times 10^{-7}$$

$$\frac{2.7\times10^{-3}}{5.5\times10^{4}}=\left(2.7\div5.5\right)\left(10^{-3-4}\right)=0.4909 \times 10^{-7}$$
$$=4.909 \times 10^{-8}$$

جمع اور تفریق (Addition and Subtraction)

ان دونوں عملوں کے لیے پہلے اعداد کو اس طرح لکھا جاتا ہے کہ ان کے قوت نما یکساں ہوں۔ اس کے بعد ضریب کی جمع یا تفریق کی جاتی ہے، جیسی بھی صورت ہو۔

اس لیے 6.65×10^4 اور 8.95×10^3 کو جمع کرنے کے لیے اس طرح لکھا جائے گا: $(6.65 \times 10^4 + 0.895 \times 10^4)$ تاکہ دونوں اعداد کے قوت نما یکساں ہو جائیں۔

پھر یہ دونوں عدد اس طرح جوڑے جائیں گے:

$$(6.65 + 0.895) \times 10^4 = 7.545 \times 10^4$$

اسی طرح، دو اعداد کی تفریق بھی درجِ ذیل طریقے سے کی جاسکتی ہے:

$$2.5\times10^{-2} - 4.8\times10^{-3}$$
$$= (2.5\times10^{-2}) - (0.48\times10^{-2})$$
$$= (2.5 - 0.48)\times10^{-2} = 2.02\times10^{-2}$$

1.4.2 بامعنی ہندسے (Significant Figure)

ہر ایک تجرباتی پیمائش کے ساتھ کچھ نہ کچھ عدم یقینی منسلک ہوتی ہے۔ لیکن ہم ہمیشہ چاہیں گے کہ ہمارے نتائج دقیق (Precise) اور درست (Accurate) ہوں۔ ہم جب بھی پیمائش کی بات کرتے ہیں تو ان کے دقیق اور درست ہونے کا حوالہ دیتے ہیں۔

دقیق پیمائش (Precision) کا مطلب ہے کہ ایک مقدار کی جو مختلف پیمائشیں کی گئی ہیں، وہ ایک دوسرے سے کتنی نزدیک ہیں۔ جبکہ درستی (Accuracy) کا مطلب ہے کہ ایک مخصوص قدر نتیجے کی حقیقی قدر (True Value) کے کس حد تک قریب ہے۔ مثال کے طور پر اگر ایک نتیجے کی حقیقی قدر 2.00g ہے اور ایک طالب علم 'A' اس کی دو مرتبہ پیمائش کرتا ہے اور اپنے نتائج، 1.95 g اور 1.93 g تحریر کرتا ہے تو یہ قدریں دقیق ہیں، کیونکہ یہ ایک دوسرے کے نزدیک ہیں، لیکن درست نہیں ہیں۔ دوسرا طالب علم اس تجربے کو دہراتا ہے اور دو پیمائشوں کے نتائج حاصل کرتا ہے: 1.94 g اور 2.05 g۔ یہ دونوں مشاہدات نہ ہی دقیق ہیں اور نہ درست۔ ایک تیسرا طالب علم بھی یہی تجربہ دہراتا ہے اور اپنے نتائج 2.01 g اور 1.99 g تحریر کرتا ہے۔ یہ قدریں دقیق بھی ہیں اور درست بھی۔ جدول 1.4 میں دیے گئے اعداد و شمار سے اسے اور بہتر طور پر سمجھا جاسکتا ہے۔

جدول 1.4: دقیق پیمائش اور درستی کی وضاحت کرنے کے لیے آنکڑے

	پیمائش (گرام میں)		
	1	2	اوسط (g)
طالب علم A	1.95	1.93	1.940
طالب علم B	1.94	2.05	1.995
طالب علم C	2.01	1.99	2.00

تجرباتی یا تحسیب کی گئی قدروں میں عدم یقینی کی نشاندہی بامعنی ہندسوں (Significant Figures) کے ذریعے کی جاتی ہے۔ بامعنی ہندسے وہ ہندسے ہیں جو پورے یقین کے ساتھ معلوم ہیں۔ عدم یقینی کی نشاندہی اس طرح کی جاتی ہے کہ یقینی ہندسے اور آخری غیر یقینی ہندسہ لکھا جاتا ہے۔ لہٰذا، اگر ہم ایک نتیجہ اس طرح لکھتے ہیں: 11.2 mL، تو ہم کہتے ہیں کہ 11 یقینی ہے اور 2 غیر یقینی ہے اور عدم یقینی آخری ہندسے میں ±1 ہوگی۔ اگر کچھ اور نہ لکھا ہو تو ہمیشہ، آخری ہندسے میں ±1 کی عدم یقینی سمجھی جاتی ہے۔

بامعنی ہندسوں کی تعداد معلوم کرنے کے لیے کچھ قاعدے ہیں۔ یہ نیچے بیان کیے جارہے ہیں۔

(1) تمام غیر صفر ہندسے بامعنی ہیں۔ مثال کے طور پر 285cm میں، تین بامعنی ہندسے ہیں اور 0.25mL میں دو بامعنی ہندسے ہیں۔

(2) پہلے غیر صفر عدد سے پہلے آنے والے صفر بامعنی نہیں ہیں۔ یہ صفر اعشاریہ کا مقام ظاہر کرتے ہیں۔ اس لیے 0.03 میں ایک بامعنی ہندسہ ہے اور 0.052 میں دو بامعنی ہندسے ہیں۔

(3) دو صفر ہندسوں کے درمیان صفر بامعنی ہیں۔ اس لیے 2.005 میں چار بامعنی ہندسے ہیں۔

(4) کسی عدد کے آخر میں یا دائیں طرف کے صفر بامعنی ہیں، بشرطیکہ وہ اعشاریہ کے دائیں طرف ہوں۔ مثلاً 0.200 میں 3 بامعنی ہندسے ہیں۔ لیکن اگر اس کے برخلاف ہو تو صفر بامعنی نہیں ہیں۔ مثلاً 100 میں صرف ایک بامعنی ہندسہ ہے۔

(5) قطعی اعداد (Exact Numbers) میں بامعنی ہندسوں کی تعداد لامتناہی ہوتی ہے۔ مثلاً، 2 گیندوں میں 20 انڈوں میں لامتناہی بامعنی ہندسے ہیں، کیونکہ یہ قطعی اعداد کے اعشاریہ لگانے کے بعد لامتناہی صفر لکھ کر ظاہر کیے جاسکتے ہیں۔

یعنی کہ: $2 = 2.000000$؛ $20 = 20.000000$۔

جب اعداد سائنسی ترقیم میں لکھے جاتے ہیں تو (1 اور 10 کے بیچ میں) میں جتنے ہندسے ہوتے ہیں اتنی ہی بامعنی ہندسوں کی تعداد ہوتی ہے۔ اس لیے 4.01×10^2 میں تین بامعنی ہندسے ہیں اور 8.256×10^{-3} میں 4 بامعنی ہندسے ہیں۔

بامعنی ہندسوں کی جمع اور تفریق (Addition and Subtraction of Significant Figures)

نتیجہ میں اعشاریہ کے دائیں طرف اس سے زیادہ ہندسے نہیں ہو سکتے، جتنے کسی بھی دیے ہوئے عدد میں ہیں:

$$\begin{array}{r} 12.11 \\ 18.0 \\ 1.012 \\ \hline 31.122 \\ \hline \end{array}$$

یہاں 18.0 میں اعشاریہ کے بعد صرف ایک ہندسہ ہے، اس لیے نتیجہ میں بھی اعشاریہ کے بعد صرف ایک ہندسہ بتایا جانا چاہیے۔ نتیجہ ہوگا 31.1۔

بامعنی ہندسوں کی ضرب اور تقسیم (Multiplication and Division of Significant Figures)

ان عملوں میں، نتیجہ میں بھی اتنے ہی بامعنی ہندسے ہونے چاہئیں جتنے کہ پیمائش میں ہیں، جس میں چند بامعنی ہندسے ہیں:

$$2.5 \times 1.25 = 3.125$$

کیونکہ 2.5 میں دو بامعنی ہندسے ہیں، اس لیے نتیجہ میں بھی دو سے زیادہ بامعنی ہندسے نہیں ہونے چاہئیں۔ اس لیے حاصل ضرب 3.1 ہے۔

نتیجہ کو بامعنی ہندسوں کی مطلوبہ تعداد تک محدود کرنے کے لیے جیسا کہ مندرجہ بالا ریاضیاتی عملوں میں کیا گیا ہے، اعداد کو مکمل کرنے (Rounding off) کے لیے مندرجہ ذیل نکتے ذہن نشین کرنے چاہئیں:

1۔ اگر ہٹائے جانے والا سب سے دائیں طرف کا ہندسہ 5 سے بڑا ہے، تو اس سے پہلے ہندسے میں 1 کا اضافہ کر دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر 1.386 میں سے ہمیں 6 ہٹانا ہے تو ہمیں اسے مکمل بنانے میں 1.39 لکھنا ہوگا۔

2۔ اگر ہٹائے جانے والا سب سے دائیں طرف کا ہندسہ 5 سے کم ہے، تو اس سے پہلے والا عدد نہیں بدلتا۔ مثال کے طور پر اگر 4.334 میں 4 ہٹایا جانا ہے تو نتیجہ کو 4.33 تک مکمل بنایا جائے گا۔

3۔ اگر دائیں طرف کا ہٹایا جانے والا ہندسہ 5 ہے، تو اس سے پہلے والے ہندسہ کو نہیں بدلا جاتا ہے، اگر یہ پہلے والا ہندسہ جفت ہو، لیکن اگر یہ ہندسہ طاق ہو، تو اس میں 1 کا اضافہ کر دیا جاتا ہے۔ مثلاً 6.35 کو مکمل کرنے کے لیے 5 ہٹانا ہے تو ہمیں 3 کو 4 بنانا ہوگا، جس سے 6.4 حاصل ہوگا۔ لیکن اگر 6.25 کو مکمل کرنا ہے تو اسے 6.2 لکھا جائے گا۔

1.4.3 ابعادی تجزیہ (Dimensional Analysis)

اکثر تحسیب کرتے وقت، اکائیوں کو ایک نظام سے دوسرے نظام میں تبدیل کرنے کی ضرورت پیش آتی ہے۔ اس کے لیے استعمال کیا جانے والا طریقہ **جز ضربی لیبل طریقہ** (Factor Label Method) یا **اکائی جز ضربی طریقہ** (Unit Factor Method) کہلاتا ہے۔ اسے ذیل میں واضح کیا گیا ہے۔

مثال

ایک دھات کا ٹکڑا 3 انچ (3 in) لمبا ہے۔ اس کی لمبائی cm میں کیا ہوگی؟

ہم جانتے ہیں $1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$

اس مساوات سے، ہم لکھ سکتے ہیں

$$\frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}} = 1 = \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in}}$$

اس طرح $\frac{1 \text{ in}}{2.54 \text{ cm}}$ مساوی ہے 1 کے اور $\frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in}}$ بھی 1 کے مساوی ہے۔ یہ دونوں **اکائی جز ضربی** (Unit Factor) کہلاتے ہیں۔ اگر کسی عدد کو ان اکائی اجزائے ضربی سے ضرب کیا جائے (یعنی کہ 1 سے) تو عدد پر کوئی اثر نہیں پڑے گا۔

فرض کیجیے، اوپر دیے ہوئے 3 in کو ہم اکائی جز ضربی سے ضرب کرتے ہیں، تو

$$3 \text{ in} = 3 \text{ in} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} = 3 \times 2.54 \text{ cm} = 7.62 \text{ cm}$$

اب جس اکائی جز ضربی سے ضرب کرنا ہے تو یہ وہ اکائی جز ضربی ہے (اس مثال میں $\frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in}}$) جس سے مطلوبہ اکائیاں حاصل

ہوسکیں۔ یعنی کہ شمار کنندہ میں وہ حصّہ ہونا چاہیے جو مطلوبہ نتیجہ میں درکار ہے۔

مندرجہ بالا مثال میں یہ بھی نوٹ کرنا چاہیے کہ اکائیوں کو بھی اسی طرح برتا جاتا ہے، جیسے عددی حصّہ کو۔ انہیں بھی منسوخ (Cancel) کیا جاسکتا ہے، تقسیم کیا جاسکتا ہے، ضرب کیا جاسکتا ہے، مربع کیا جاسکتا ہے۔

آیئے اس کے لیے ایک اور مثال کا مطالعہ کریں۔

مثال

ایک جگ میں 2 L دودھ ہے۔ دودھ کے حجم کا m^3 میں حساب لگایئے۔

کیونکہ $1\ L = 1000\ cm^3$

اور $1\ m = 100\ cm$ اس سے ملتا ہے

$$\frac{1\ m}{100\ cm} = 1 = \frac{100\ cm}{1\ m}$$

اوپر دیے ہوئے اکائی جز ضربی سے m^3 حاصل کرنے کے لیے پہلے اکائی جز ضربی کو لیتے ہیں اور اسے کعب کرتے ہیں۔

$$\left(\frac{1\ m}{100\ cm}\right)^3 \Rightarrow \frac{1\ m^3}{10^6\ cm^3} = (1)^3 = 1$$

اب $2\ L = 2 \times 1000\ cm^3$

اوپر دی ہوئی مساوات کو اکائی جز ضربی سے ضرب کرتے ہیں

$$2 \times 1000\ cm^3 \times \frac{1\ m^3}{10^6\ cm^3} = \frac{2\ m^3}{10^3} = 2 \times 10^{-3}\ m^3$$

مثال

2 دن میں کتنے سیکنڈ ہوتے ہیں؟

یہاں ہم جانتے ہیں 1 دن = 24 گھنٹے (h)

$$\frac{1(\text{دن})}{24\ h} = 1 = \frac{24\ h}{1(\text{دن})}$$ یا

پھر $1\ h = 60\ min$

$$\frac{1\ h}{60\ min} = 1 = \frac{60\ min}{1\ h}$$ یا

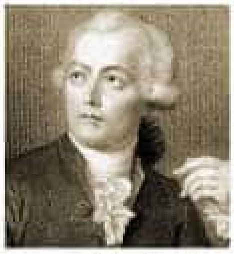
اس لیے، 2 دن کو سیکنڈوں میں تبدیل کرنے کے لیے

یعنی Sec.‐‐‐‐‐‐‐‐‐‐‐‐=‐‐‐‐‐‐‐2(دن)

اکائی اجزائے ضربی کی ضرب سلسلہ وار ایک ہی مرحلہ میں کی جاسکتی ہے۔

$$2(\text{دن}) \times \frac{24\ h}{1(\text{دن})} \times \frac{60\ min}{1\ h} \times \frac{60\ s}{1\ min}$$
$$= 2 \times 24 \times 60 \times 60\ s$$
$$= 172800\ s$$

1.5 کیمیائی اتحاد کے قوانین (Law of Chemical Combinations)



اینٹونی لاوئیزر
(1743—1794)

مرکبات تشکیل دینے کے لیے عناصر کے اتحاد پر مندرجہ ذیل 5 بنیادی قوانین کا نفاذ ہوتا ہے۔

1.5.1 کمیت کی بقا کا قانون (Law of Conservation of Mass)

اس کلیے کے مطابق مادہ کی نہ تو تخلیق کی جاسکتی ہے اور نہ ہی اسے فنا کیا جاسکتا ہے۔

یہ قانون 1789 میں انٹیونی لیوسیر (Antoino Lavoisier) نے پیش کیا۔ مندرجہ بالا نتیجے پر پہنچنے کے لیے انہوں نے احتراقی تعاملات (Combustion Reactions) کا ہوشیاری سے تجرباتی مطالعہ کیا۔ اس قانون کی بنیاد پر کیمسٹری میں بعد میں کئی اضافے ہوئے۔ دراصل یہ لیوسیر کے ذریعے ہوشیاری سے منصوبہ بندی کے بعد کیے گئے ان تجربات کا نتیجہ تھا جن میں متعاملات (Reactants) اور ماحصلات (Products) کی کمیتوں کی درست پیمائش کی گئی۔

1.5.2 مستقل تناسب کا کلیہ (Law of Definite Proportions)



جوزف پراؤسٹ
(1754—1826)

یہ قانون ایک فرانسیسی کیمیاداں جوزف پراؤسٹ (Joseph Proust) نے دیا۔ انہوں نے بیان کیا کہ ایك دیے ہوئے مرکب میں وزن کے اعتبار سے اس کے عناصر کا تناسب ہمیشہ یکساں ہوتا ہے۔

پرآؤسٹ نے کیوپرک کاربونیٹ (Cupric Carbonate) کے دو نمونوں پر تجربے کیے۔ ایک وہ جو قدرتی شکل میں پایا جاتا تھا اور دوسرا جو مصنوعی تھا۔ انہوں نے پایا کہ اس مرکب میں شامل عناصر کی ترکیب (Composition) دونوں نمونوں میں بالکل یکساں تھی، جیسے کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

	کاپر کی فی صد	آکسیجن کی فی صد	کاربن کی فی صد
قدرتی نمونہ	51.35	9.74	38.91
مصنوعی نمونہ	51.35	9.74	38.91

اس لیے، ایک دیے ہوئے مرکب (ذریعہ کچھ بھی ہو) میں ہمیشہ یکساں عناصر یکساں نسبت میں پائے جاتے ہیں۔ اس قانون کی معقولیت (Validity) کی مختلف تجربات سے تصدیق ہو چکی ہے۔ اس کو کبھی کبھی **مستقل ترکیب کا کلیہ** (Law of Definite of Composition) بھی کہا جاتا ہے۔

1.5.3 ضعفی تناسب کا کلیہ (Law of Multiple Proportions)

یہ کلیہ ڈالٹن (Dalton) نے 1803 میں تجویز کیا۔ اس کلیہ کے مطابق اگر دو عناصر متحد ہو کر ایک سے زیادہ مرکب تشکیل دیتے ہیں، تو ایک عنصر کی کمیتیں جو دوسرے عنصر کی مستقل کمیت سے اتحاد کرتی ہیں، چھوٹے مکمل اعداد کی نسبت میں ہوتی ہیں۔

مثال کے طور پر ہائڈروجن، آکسیجن سے اتحاد کر کے دو مرکبات پانی اور ہائڈروجن پرآکسائڈ تشکیل دیتی ہے۔

ہائڈروجن + آکسیجن ← پانی
2g 16g 18g

ہائڈروجن + آکسیجن ← ہائڈروجن پرآکسائڈ
2g 32g 34g

یہاں آکسیجن کی کمیتیں (یعنی کہ 16g اور 32g) جو ہائڈروجن کی ایک مستقل کمیت (2g) سے اتحاد کرتی ہیں، ان میں ایک سادہ نسبت ہے، یعنی کہ 16:32 یا 1:2۔

1.5.4 گیسی حجم کا گیلوسک کا کلیہ (Gay Lussac's Law of Gaseous Volumes)



جوزف لوئس گے لوسک

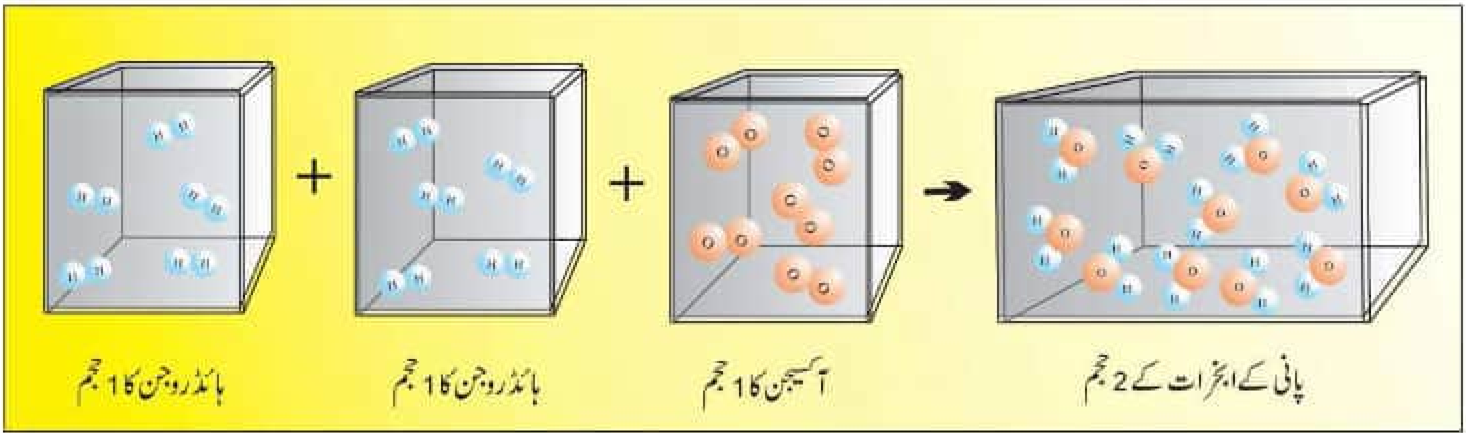
یہ کلیہ گیلوسک نے 1808 میں پیش کیا۔ انہوں نے پایا کہ جب ایک کیمیائی تعامل میں گیسیں اتحاد کرتی ہیں یا تشکیل پاتی ہیں تو وہ ایسا اپنے حجم کے اعتبار سے ایک سادہ نسبت میں کرتی ہیں، بشرطیکہ تمام گیسیں یکساں درجہ حرارت اور دباؤ پر ہوں۔

اس لیے، 100 mL ہائڈروجن، 50 mL آکسیجن سے متحد ہو کر پانی کے 100 mL ابخرات بناتی ہے۔

ہائڈروجن + آکسیجن ← پانی
100 mL 50 mL 100 mL

اس لیے ہائڈروجن اور آکسیجن کے حجم (یعنی کہ 100 mL اور 50mL، جو آپس میں متحد ہوتے ہیں، ان میں ایک سادہ نسبت ہے: 2:1۔

گیلوسک کی حجم رشتے میں صحیح عددی نسبت (Integer Ratio) کی دریافت دراصل حجم کے لحاظ سے مستقل تناسب کا قانون ہے۔ مستقل تناسب کا قانون، جو اس سے پہلے بیان کیا گیا تھا، کمیت کے لحاظ سے تھا۔ گے-لوسک قانون کی وضاحت، 1811 میں ایووگاڈرو (Avogadro) کے کام کے ذریعے ہوئی۔



شکل 1.9 ہائڈروجن کے 2 حجم، آکسیجن کے 1 حجم سے تعامل کر کے پانی کے ابخرات کے 2 حجم دیتے ہیں

1.5.5 ایووگاڈرو کا قانون (Avogadro Law)



لورینزو رومانو امی ڈیو کارلو ایووگاڈرو ڈی کوارِیکا ایڈی کررے ٹو
(1776-1856)

1811 میں ایووگاڈرو نے تجویز کیا کہ یکساں درجہ حرارت اور دباؤ پر گیسوں کے یکساں حجم میں سالمات کی تعداد مساوی ہونی چاہیے۔ ایووگاڈرو نے **ایٹموں اور سالمات** کے درمیان تفریق کی جسے موجودہ دور میں بخوبی سمجھا جاسکتا ہے۔ اگر ہم دوبارہ آکسیجن اور ہائڈروجن کے پانی بنانے کے تعامل پر غور کریں تو ہم دیکھتے ہیں کہ ہائڈروجن کے دو حجم، آکسیجن کے ایک حجم سے اتحاد کر کے پانی کے 2 حجم بناتے ہیں اور کوئی غیر متعامل آکسیجن باقی نہیں بچتی۔

نوٹ کریں کہ شکل 1.9 میں ہر ایک بکس میں سالمات کی تعداد یکساں ہے۔ دراصل ایووگاڈرو نے مندرجہ بالا نتیجے کی تشریح سالمات کو **کثیر ایٹمی** (Polyatomic) مانتے ہوئے کی۔ اگر ہائڈروجن اور آکسیجن کو دو ایٹمی مانا جائے، جیسا کہ اب تسلیم کیا جاتا ہے، تو مندرجہ بالا نتائج بہ آسانی سمجھے جاسکتے ہیں۔ لیکن، ڈالٹن اور اس وقت کے دوسرے کیمیا دانوں کا خیال تھا کہ ایک ہی قسم کے ایٹم آپس میں متحد نہیں ہو سکتے اور آکسیجن اور ہائڈروجن کے سالمات، جن میں دو یکساں ایٹم ہوں، نہیں پائے جاسکتے۔ ایووگاڈرو کی تجویز فرانسیسی رسالے (Journal) **جرنل ڈی فزی ڈیو** (Journal de Physidue) میں شائع ہوئی۔ درست ہونے کے باوجود، اس تجویز پر کچھ خاص دھیان نہیں دیا گیا۔

تقریباً 50 سال کے بعد، 1860 میں مختلف تصوراتی گتھیوں کو سلجھانے کے لیے، کالس روہے (Karlsruhe)، جرمنی میں کیمسٹری کی بین الاقوامی کانفرنس (International Conference on Chemistry) منعقد کی گئی۔ اس میٹنگ میں اسٹینی سلاؤ کینی زارو (stanislao Cannizaro) نے کیمیائی فلسفے کے ایک کورس کا خاکہ پیش کیا، جس میں ایووگاڈرو کے کام کی اہمیت پر زور دیا گیا تھا۔

1.6 ڈالٹن کا ایٹمی نظریہ (Dalton's Atomic Theory)



جوھن ڈالٹن
(1776-1884)

حالانکہ اس نظریہ کا آغاز کہ مادہ چھوٹے ناقابلِ تقسیم ذرات، جو کہ اے-ٹومیو (a-tomio) (معنی — ناقابلِ تقسیم) کہلائے، ایک یونانی فلسفی، ڈیموکریٹس (Democritus) کے زمانے میں ہوا (460-370 ق۔م)، کئی تجرباتی مطالعوں کے نتیجے میں جنھوں نے مندرجہ بالا قوانین تک رہنمائی کی، یہ نظریہ دوبارہ ابھرنا شروع ہوا۔

1808 میں ڈالٹن نے ''کیمیائی فلسفے کا نیا نظام'' (A New System of Chemical Philosophy) نامی کتابچہ شائع کیا، جس میں مندرجہ ذیل تجاویز پیش کی گئیں:

1۔ مادہ ناقابلِ تقسیم ایٹموں پر مشتمل ہے۔

2۔ ایک عنصر کے تمام ایٹموں کی متماثل (Identical) خاصیتیں (Properties) ہوتی ہیں، جن میں متماثل کمیت (Identical Mass) بھی شامل ہیں۔

3۔ مرکبات اس وقت تشکیل پاتے ہیں جب مختلف عناصر کے ایٹم ایک مستقل نسبت میں اتحاد کرتے ہیں۔

4۔ کیمیائی تعاملات میں ایٹموں کی دوبارہ تنظیم (Reorganisation) شامل ہوتی ہے۔ کیمیائی تعامل کے دوران ایٹم نہ تو تخلیق پاتے ہیں اور نہ ہی فنا ہوتے ہیں۔

ڈالٹن کا نظریہ کیمیائی اتحاد کے قوانین (Laws of Chemical Combination) کی وضاحت کرنے میں کامیاب رہا۔

1.7 ایٹمی اور سالماتی کمیتیں (Atomic and Molecular Masses)

اصطلاحات ''ایٹم'' اور ''سالمات'' کے بارے میں کچھ تصور حاصل کر لینے کے بعد یہ سمجھنا مناسب ہوگا کہ ایٹمی اور سالماتی کمیتوں سے ہمارا کیا مطلب ہے۔

1.7.1 ایٹمی کمیت (Atomic Mass)

ایٹمی کمیت یا ایک ایٹم کی کمیت دراصل بہت ہی کم ہوتی ہے۔ کیونکہ ایٹم بہت ہی چھوٹے ہوتے ہیں۔ آج ہمارے پاس بہت سے اعلیٰ طریقے ہیں، جیسے کمیت طیف بینی (Mass Spectrometry)، جن سے ایٹمی کمیتیں کافی حد تک درستگی کے ساتھ معلوم کی جاسکتی ہیں۔ لیکن انیسویں صدی میں سائنس داں، تجربات کے ذریعے ایک ایٹم کی کمیت دوسرے ایٹم کی کمیت کی مناسبت سے ہی معلوم کر سکتے تھے، جیسا کہ اوپر بیان کیا جا چکا ہے، ہائڈروجن کیونکہ سب سے ہلکا ایٹم ہے، اس لیے اسے 1 کمیت تفویض کر دی گئی تھی (بغیر کسی اکائی کے) اور باقی عناصر کو اس کی مناسب سے کمیتیں تفویض کی گئی تھیں۔ لیکن ایٹمی کمیتوں کا موجودہ نظام کاربن 12- (Carbon-12) پر مبنی ہے اور بطور معیار اس پر 1961 میں اتفاق کیا گیا تھا۔ یہاں، کاربن-12، کاربن کا ایک ہم جا ہے اور اسے ^{12}C سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ اس نظام میں ^{12}C کو بالکل درست 12 ایٹمی کمیت اکائی (Atomic Mass Unit) (amu) کی کمیت تفویض کی گئی ہے ایک ایٹمی کمیت اکائی (amu) کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ ایک ^{12}C ایٹم کی کمیت کے 1/12 کے مساوی ہے۔ اور

$$1\ amu = 1.66056 \times 10^{-24}\ g$$

ایک ہائڈروجن ایٹم کی کمیت $= 1.6736 \times 10^{-24}\ g$

اس لیے amu میں، ایک ہائڈروجن ایٹم کی کمیت

$$= \frac{1.6736 \times 10^{-24}\ g}{1.66056 \times 10^{-24}\ g}$$

$$= 1.0078\ amu$$

$$= 1.008\ amu$$

اسی طرح، آکسیجن -16 (^{16}O) ایٹم کی کمیت 15.995 amu ہوگی۔

آج کل 'amu' کی جگہ 'u' کا استعمال کیا جاتا ہے، جو کہ متحدہ کمیت (Unified Mass) کہلاتی ہے۔ اوسط ایٹمی کمیتیں (Average Atomic Masses) استعمال کرتے ہیں، جنھیں ذیل میں واضح کیا گیا ہے۔

1.7.2 اوسط ایٹمی کمیت (Average ATomic Mass)

قدرتی طور پر پائے جانے والے بہت سے عناصر ایک سے زیادہ ہم جاؤں (Isotops) کی شکل میں پائے جاتے ہیں۔ جب ہم ان ہم جاؤں کی موجودگی اور ان کی نسبتی کثرت (Relative Abundance) (فی صد وقوع Percent Occurence) کا لحاظ کرتے ہیں، تو اس عنصر کی اوسط ایٹمی کمیت کی تحسیب کی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر کاربن کے مندرجہ ذیل تین ہم جا ہوتے ہیں اور ان کی نسبتی کثرتیں اور کمیتیں ان کے سامنے دی گئی ہیں:

ہم جا	نسبتی کثرت (%)	ایٹمی کمیت (amu)
^{12}C	98.892	12
^{13}C	1.108	13.00335
^{14}C	2×10^{-10}	14.00317

مندرجہ بالا آنکڑوں سے، کاربن کی اوسط ایٹمی کمیت حاصل ہوگی:

$$(0.98892)\ (12\ u) + (0.01108)\ (13.00335\ u) + (2 \times 10^{-12})\ (14.00317\ u)$$

$$= 12.011\ u$$

اسی طرح دوسرے عناصر کی بھی اوسط ایٹمی کمیت کی تحسیب کی جاتی ہے۔ عناصر کی دوری جدول میں مختلف عناصر کی جو کمیتیں درج کی جاتی ہیں دراصل ان کی اوسط ایٹمی کمیتیں ہوتی ہیں۔

1.7.3 سالماتی کمیت (Molecular Mass)

سالماتی کمیت، سالمات میں موجود عناصر کی ایٹمی کمیتوں کا حاصل جمع ہوتی ہے۔ سالماتی کمیت حاصل کرنے کے لیے سالمات کے ہر عنصر کے ایٹموں کی تعداد سے اس کی ایٹمی کمیت کو ضرب کیا جاتا ہے اور ان تمام حاصل ضرب کو آپس میں جمع کر دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر، میتھین (Methane)، جس میں ایک کاربن ایٹم اور چار ہائڈروجن ایٹم ہوتے ہیں، کی سالماتی کمیت مندرجہ ذیل طریقے سے معلوم کی جاتی ہے:

میتھین (Methane) کی سالماتی کمیت،

$$(CH_4) = (12.011\ u) + 4(1.008\ u)$$

$$= 16.043\ u$$

اسی طرح، پانی (H_2O) کی سالماتی کمیت

= 1 × (آکسیجن کی ایٹمی کمیت) + 1 × (ہائڈروجن کی ایٹمی کمیت)

$$= 2\ (1.008\ u) + 16.00\ u$$

$$= 18.02\ u$$

مسئلہ 1.1

گلوکوز ($C_6H_{12}O_6$) سالمے کی سالماتی کمیت کا حساب لگائیے

حل

گلوکوز ($C_6H_{12}O_6$) کی سالماتی کمیت

= 6 (12.011 u) + 12 (1.008 u) + 6 (16.00 u)

= (72.066 u) + (12.096 u) + (96.004)

= 180.162 u

1.7.4 فارمولا کمیت (Formula Mass)

کچھ اشیا جیسے سوڈیم کلورائڈ (Sodium Chloride) میں مجرد سالمات (Discrete Molecules) بطور اجزائے ترکیبی اکائی (Costituent Unit) کے طور پر نہیں پائے جاتے۔ ایسے مرکبات میں مثبت (سوڈیم) اور منفی (کلورائڈ) ہستیاں (Entities) ایک سہ ابعادی (Three-dimensional) ساخت میں منظم ہوتی ہیں، جیسا کہ شکل 1.10 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 1.10 سوڈیم کلورائڈ میں Na^+ اور Cl^- آینوں کی پیکنگ

یہ نوٹ کیا جاسکتا ہے کہ سوڈیم کلورائڈ میں ایک Na^+ چھ Cl^- سے گھرا ہوتا ہے اور اسی طرح آگے بھی۔

سالماتی کمیت کی جگہ، فارمولا جیسے NaCl کا استعمال فارمولا کمیت (Formula Mass) کی تحسیب کے لیے کیا جاتا ہے، کیونکہ ٹھوس حالت میں، سوڈیم کلورائڈ ایک واحد ہستی کی شکل میں نہیں پایا جاتا۔

اس لیے ؛ کلورین کی ایٹمی کمیت + سوڈیم کی ایٹمی کمیت = سوڈیم کلورائڈ کی فارمولا کمیت

= 23.0 u + 35.5 u = 58.5 u

1.8 مول کا تصور اور مولر کمیتیں (Mole Concept and Molar Masses)

ایٹم اور سالمات سائز کے اعتبار سے بہت زیادہ چھوٹے ہوتے ہیں اور کسی بھی شے کی بہت ہی قلیل مقدار میں ان کی تعداد بہت زیادہ ہوتی ہے۔ اتنے بڑے اعداد کے لیے اسی قدر کی اکائی ضرورت ہوتی ہے۔

جس طرح ہم 12 اشیا کو ایک درجن سے ظاہر کرتے ہیں، 20 اشیا کو اسکور (Score) سے اور 144 اشیا کو گروس (Gross) سے ظاہر کرتے ہیں، ہم خردبینی سطح (Microscopic Level) پر ہستیوں (یعنی کہ ایٹم، سالمات، ذرات، الیکٹران، آین وغیرہ) کو شمار کرنے کے لیے مول (Mole) کا تصور استعمال کر سکتے ہیں۔

SI نظام میں، مول (Mole)، علامت 'mol' بطور ساتویں اساسی اکائی شامل کی گئی جو شے کی مقدار ناپنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔

ایک مول، شے کی وہ مقدار ہے، جس میں اتنے ذرّات یا ہستیوں کی تعداد پائی جاتی ہے جتنی 12g (یا 0.012 kg) ^{12}C ہم جا میں ایٹموں کی تعداد ہوتی ہے۔ اس بات پر زور دیا جانا چاہیے کہ ایک شے کے ایک مول میں ہستیوں کی تعداد ہمیشہ یکساں ہوتی ہے، چاہے وہ شے کوئی بھی ہو۔ اس عدد کو دقیق (Precisely) طور پر معلوم کرنے کے لیے، کاربن 12 ایٹم کی کمیت، ایک کمیت طیف پیا (Mass Spectrometer) کی مدد سے معلوم کی گئی اور یہ پتہ چلا کہ یہ کمیت، 1.992648×10^{-23}g ہے۔ یہ جانتے ہوئے کہ کاربن کے ایک مول کا وزن 12g ہے، اس میں موجود ایٹموں کی تعداد مندرجہ ذیل کے مساوی ہے:

$$\frac{12g/mol\ ^{12}C}{1.992648\times10^{-23}g/^{12}C\ atom}$$

$$= 6.0221367\times10^{23}\ atoms/mol$$

1 mol میں ایٹموں کی تعداد کا یہ عدد اتنا اہم ہے کہ اسے ایک علیحدہ نام، **ایووگاڈرو مستقلہ** (Avogadro Constant) دیا گیا اور علامت (N_A) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یہ عدد کتنا بڑا ہے اسے سمجھنے کے لیے 10 کی قوتیں استعمال کیے بغیر، آیئے اسے تمام صفروں کے ساتھ لکھیں:

602213670000000000000000

اس طرح اتنی ہستیاں (ایٹم، سالمات یا کوئی اور ذرہ) کسی مخصوص شے کا ایک مول تشکیل دیتی ہیں۔

اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ

6.022×10^{23} (ایٹم) = ہائڈروجن ایٹم کا ایک مول

6.022×10^{23} (پانی کے سالمات) = پانی کے ایٹموں کا ایک مول

6.022×10^{23} (سوڈیم کلورائڈ کی فارمولا اکائیاں) = سوڈیم کلورائڈ کا ایک مول



شکل **1.11** مختلف اشیا کا ایک مول

مول کی تعریف کر لینے کے بعد، شے یا اجزائے ترکیبی ہستیوں کے ایک مول کی کمیت معلوم کرنا آسان ہو جاتا ہے۔ ایک شے کے ایک مول کی گرام میں کمیت، اس کی مولر کمیت **(Molar Mass)** کہلاتی ہے۔ گرام میں مولر کمیت، عددی طور پر u میں ایٹمی/ سالماتی / فارمولا کمیت کے مساوی ہوتی ہے۔

پانی کی مولر کمیت = 18.02 g

سوڈیم کلورائڈ کی مولر کمیت = 58.5 g

1.9 فی صد ترکیب
(Percentage Composition)

اب تک ہم ایک دیے ہوئے نمونے میں موجود ہستیوں کی تعداد کے بارے میں بات کر رہے تھے۔ لیکن اکثر، ایک مرکب میں شامل مخصوص عنصر کی فی صد کے متعلق معلومات درکار ہوتی ہے۔ فرض کیجیے کہ آپ کو ایک نامعلوم یا نیا مرکب دیا گیا ہے، تو آپ جو پہلا سوال پوچھیں گے، وہ ہوگا: اس کا فارمولا کیا ہے یا اس کے اجزائے ترکیبی کیا ہیں اور یہ اجزائے ترکیبی دیے ہوئے مرکب میں کس نسبت میں موجود ہیں؟ معلوم مرکبات کے لیے بھی اس قسم کی معلومات یہ جانچ کرنے میں مدد کرتی ہے کہ آیا دیے ہوئے نمونے میں عناصر کی وہی فی صد پائی جاتی ہے جو خالص نمونے میں ہوتی ہے۔ دوسرے لفظوں میں ہم اعداد و شمار کا تجزیہ کر کے دیے ہوئے نمونے کے خالص پن کا پتہ کر سکتے ہیں۔

آیئے پانی (H_2O) کی مثال کے ذریعے اسے سمجھنے کی کوشش کریں۔ کیونکہ پانی میں ہائڈروجن اور آکسیجن شامل ہوتی ہیں، ان دونوں عناصر کی فی صد ترکیب کا مندرجہ ذیل طریقے سے حساب لگایا جا سکتا ہے:

= ایک عنصر کی فی صد کمیت

$$\frac{\text{مرکب میں اس عنصر کی کمیت} \times 100}{\text{اس مرکب کی مولر کمیت}}$$

پانی کی مولر کمیت $= 18.02\ g$

ہائڈروجن کی فی صد کمیت $= \dfrac{2\times1.008}{18.02}\times100$

$= 11.18$

آکسیجن کی فی صد کمیت $= \dfrac{16.00}{18.02}\times100$

$= 88.79$

آیئے ایک اور مثال لیتے ہیں۔ ایتھانول (Ethanol) میں کاربن، ہائڈروجن اور آکسیجن کی کیا فی صد ہے؟

ایتھانول کا سالماتی فارمولا $= C_2H_5OH$

ایتھانول کی مولر کمیت $= [2\times12.01 + 6\times(1.008 + 16.00)]\ g$

$= 46.068\ g$

کاربن کی فی صدکمیت

$$= \frac{24.02\ g}{46.068\ g} \times 100 = 52.14\%$$

ہائڈروجن کی فی صدکمیت

$$= \frac{6.048\ g}{46.068\ g} \times 100 = 13.13\%$$

آکسیجن کی فی صدکمیت

$$= \frac{16.00\ g}{46.068\ g} \times 100 = 34.73\%$$

فی صدکمیت کا حساب لگانے کا طریقہ سمجھ لینے کے بعد آیئے دیکھیں کہ فی صد ترکیب اعداد وشمار سے ہم کیا معلومات حاصل کر سکتے ہیں۔

1.9.1 سالماتی فارمولے کے لیے ایمپریکل فارمولہ (Empirical Formula for Molecular Formula)

ایک ایمپریکل فارمولا (Empirical Formula) کسی مرکب میں پائے جانے والے مختلف ایٹموں کے سادہ ترین مکمل اعدادونسبت کو ظاہر کرتا ہے، جبکہ **سالماتی فارمولا** ایک مرکب کے سالمہ میں پائے جانے والے مختلف ایٹموں کی قطعی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔

اگر ایک مرکب میں پائے جانے والے مختلف عناصر کی فی صدکمیت معلوم ہوتو اس کا ایمپریکل فارمولا معلوم کیا جاسکتا ہے۔ پھر سالماتی فارمولا بھی معلوم کیا جاسکتا ہے، بشرطیکہ مولر کمیت معلوم ہو۔ مندرجہ ذیل مثال اس سلسلہ کی وضاحت کرتی ہے۔

مسئلہ 1.2

ایک مرکب میں 4.07% ہائڈروجن، 24.27% کاربن اور 71.65% کلورین شامل ہے۔ اس کی مولر کمیت 98.96 g ہے۔اس کے ایمپریکل اور سالماتی فارمولے کیا ہیں؟

حل

قدم 1: فی صدکمیت کو گرام میں تبدیل کرنا

کیونکہ ہمیں فی صد کمیتیں دی گئی ہیں، اس لیے سہولت ہوگی، اگر ہم مان لیں کہ ہمارے پاس مرکب کے 100 g ہیں۔اس لیے مندرجہ بالا مرکب کے 100 g نمونے میں، 4.07 g ہائڈروجن، 24.27 g کاربن اور 71.65 g کلورین شامل ہے۔

قدم 2: ہر عنصر کے مولوں کی تعداد معلوم کرنا

اوپر حاصل کی گئی کمیتوں کو حسب ترتیب مختلف عناصر کی ایٹمی کمیتوں سے تقسیم کیجیے۔

$$\text{ہائڈروجن کے مول} = \frac{4.07\ g}{1.008\ g} = 4.04$$

$$\text{کاربن کے مول} = \frac{24.27\ g}{12.01\ g} = 2.021$$

$$\text{کلورین کے مول} = \frac{71.65\ g}{35.453\ g} = 2.021$$

قدم 3: اوپر حاصل کی گئی مول قدر کو سب سے چھوٹے عدد سے تقسیم کیجیے۔

کیونکہ 2.021 سب سے چھوٹا عدد ہے، اس سے تقسیم کرنے پر، H : C : Cl کے لیے نسبت: 1 : 1 : 2 حاصل ہوتی ہے۔

اگر یہ نسبت مکمل اعداد کی شکل میں نہ ہو، تو انھیں مناسب ضریب (Coefficient) سے ضرب کر کے مکمل اعداد میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

قدم 4: ہر عنصر کی علامت لکھ کر، علامت کے بعد حسب ترتیب اوپر معلوم کیا گیا عدد لکھ کر ایمپریکل فارمولا لکھیے۔

اس لیے، مندرجہ بالا مرکب کا ایمپریکل فارمولا ہے: CH_2Cl

قدم 5: سالماتی فارمولا لکھنا:

(a) ایمپریکل فارمولا کمیت معلوم کیجیے:

ایمپریکل فارمولے میں موجود مختلف ایٹموں کی ایٹمی کمیتوں کو جمع کیجیے CH_2Cl کے لیے، ایمپریکل فارمولا کمیت ہے:

$12.01 + 2 \times 1.008 + 35.453$

$= 49.48\ g$

(b) مولر کمیت کو ایمپریکل فارمولا کمیت سے تقسیم کیجیے

$$\frac{\text{مولر کمیت}}{\text{ایمپریکل فارمولا کمیت}} = \frac{98.96\ g}{49.48\ g}$$

(c) ایمپریکل فارمولے کو اوپر حاصل کیے گئے n سے ضرب کر کے سالماتی فارمولا حاصل کیجیے:

ایمپریکل فارمولا $= CH_2Cl;\ n = 2$

اس لیے سالماتی فارمولا $= C_2H_4Cl_2$

کیمیائی مساوات کو متوازن کرنا (Balancing a Chemical Equation)

کمیت کی بقا کے قانون کے مطابق ایک متوازن کیمیائی مساوات میں، مساوات کے دونوں طرف عنصر کے ایٹموں کی تعداد یکساں ہوتی ہے۔ کئی کیمیائی مساواتوں کو سعی و خطا (Trial and Error) کے ذریعے متوازن کیا جاسکتا ہے۔ آیئے کچھ دھاتوں اور غیر دھاتوں کے آکسیجن کے ساتھ تعاملات دیکھیں، جن میں آکسائڈ حاصل ہوتے ہیں۔

(a) متوازن مساوات $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$

(b) متوازن مساوات $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$

(c) غیر متوازن مساوات $P_4(s) + O_2(g) \rightarrow P_4O_{10}(s)$

مساواتیں (a) اور (b) متوازن ہیں کیونکہ ان مساواتوں میں دونوں طرف دھات اور آکسیجن کے ایٹموں کی تعداد یکساں ہے۔ لیکن مساوات (c) متوازن نہیں ہے۔ اس مساوات میں فاسفورس کے ایٹم متوازن ہیں لیکن آکسیجن کے ایٹم نہیں۔ اس کو متوازن کرنے کے لیے ہمیں مساوات کے بائیں طرف آکسیجن کے ساتھ ضریب 5 رکھنا ہوگا تا کہ بائیں طرف آکسیجن کے ایٹموں کی تعداد، مساوات کے دائیں طرف آکسیجن کے ایٹموں کی تعداد کے متوازن ہو جائے:

متوازن مساوات $P_4(s) + 5O_2(g) \rightarrow P_4O_{10}(s)$

آیئے اب پروپین (Propane) C_3H_8 کے احتراق (Combustion) کو دیکھیں۔ یہ مساوات مندرجہ ذیل اقدامات کے ذریعے متوازن کی جاسکتی ہے:

قدم 1 تعاملات اور ماحصلات کے درست فارمولے لکھیے۔ یہاں پروپین (Propane) اور آکسیجن متعاملات ہیں اور کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی ماحصلات ہیں۔

$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$ (غیر متوازن مساوات)

قدم 2 کاربن ایٹموں کی تعداد متوازن کیجیے: کیونکہ تعاملات میں کاربن کے 3 ایٹم ہیں، اس لیے دائیں طرف CO_2 کے تین سالمات چاہیے ہوں گے۔

$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + H_2O(l)$

قدم 3 ہائڈروجن ایٹموں کی تعداد متوازن کیجیے: بائیں طرف متعاملات میں ہائڈروجن کے 8 ایٹم ہیں جبکہ پانی کے ایک سالمہ میں ہائڈروجن کے 2 ایٹم ہوتے ہیں، اس لیے دائیں طرف ہائڈروجن کے 8 ایٹم حاصل کرنے کے لیے پانی کے 4 سالمات درکار ہوں گے۔

$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l)$

قدم 4 آکسیجن ایٹموں کی تعداد متوازن کیجیے: دائیں طرف آکسیجن کے 10 ایٹم ہیں ($3 \times 2 = 6$ CO_2 میں اور $4 \times 1 = 4$ پانی میں)۔ اس لیے درکار 10 آکسیجن ایٹم مہیا کرنے کے لیے پانچ O_2 سالمات چاہیے ہوں گے۔

$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l)$

قدم 5 تصدیق کیجیے کہ آخری مساوات میں ہر عنصر کے ایٹموں کی تعداد متوازن ہے۔ اس مساوات میں دونوں طرف تین کاربن ایٹم، آٹھ ہائڈروجن ایٹم اور دس آکسیجن ایٹم ہیں۔

ایسی تمام مساواتیں، جن میں تمام متعامل اور ماحصل کا درست فارمولا لکھا گیا ہو، متوازن کی جاسکتی ہیں۔ ہمیشہ یاد رکھیں کہ مساوات متوازن کرنے کے لیے، تعاملات اور ماحصلات کے فارمولوں میں ذیلی عدد (Subscript) کو تبدیل نہیں کیا جاسکتا۔

1.10 تناسب پیمائی اور تناسب پیمایانہ تحسیب (Stoichiometry and Stoichiometric Calculations)

لفظ Stoichiometry (تناسب پیمائی) دو یونانی الفاظ — Stoicheion (معنی عنصر) اور Metron (معنی پیمائش) سے اخذ کیا گیا ہے۔ اس لیے تناسب پیمائی، کسی کیمیائی تعامل میں شامل تعاملات اور ماحصلات کی کمیتوں (کبھی کبھی حجم بھی) کا حساب لگانے کا علم ہے۔ اس سے پہلے کہ ہم یہ سمجھیں کہ درکار تعاملات یا ماحصلات کی مقداروں کا حساب کیسے لگایا جاتا ہے، آیئے دیکھتے ہیں کہ دیے ہوئے تعامل کی متوازن کیمیائی مساوات سے کیا معلومات حاصل ہوتی ہے۔ آیئے میتھین (Methane) کا احتراق (Combustion) ملاحظہ کریں۔ اس تعامل کی متوازن مساوات نیچے دی گئی ہے:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

یہاں میتھین (Methane) اور آکسیجن، متعاملات کہلاتے ہیں اور کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی ماحصلات کہلاتے ہیں۔نوٹ کیجیے کہ مندرجہ بالا مساوات میں تمام متعاملات اور ماحصلات گیسیں ہیں اور فارمولے کے آگے بریکٹ میں لکھے حرف (g) کے ذریعے اس کی نشاندہی کی گئی ہے۔اسی طرح،ٹھوس اور رقیق اشیا کے لیے،حسب ترتیب،(s) اور (l) لکھے جاتے ہیں۔

O_2 اور H_2O کے ضریب 2، تناسب پیمائی ضریب (Stoichiometric Coefficients) کہلاتے ہیں۔اسی طرح CH_4 اور CO_2 کے ضریب 1 ہیں۔یہ تعامل میں حصہ لینے والے یا تشکیل پانے والے سالمات کی تعداد (اور ساتھ ہی مول) کو ظاہر کرتے ہیں۔

اس لیے،مندرجہ بالا کیمیائی مساوات کے مطابق:

- $CH_4(g)$ کا ایک مول، $O_2(g)$ کے دو مول سے تعامل کرکے، $CO_2(g)$ کا ایک مول اور $H_2O(g)$ کے دو مول دیتا ہے۔
- $CH_4(g)$ کا ایک سالمہ، $O_2(g)$ کے دو سالمات سے تعامل کرکے، $CO_2(g)$ کا ایک سالمہ اور $H_2O(g)$ کے دو سالمات بناتا ہے۔
- 22.4 L کے $CH_4(g)$، 44.8 L کے $O_2(g)$ کے ساتھ تعامل کرکے $CO_2(g)$ کا ایک سالمہ اور $H_2O(g)$ کے دو سالمات بناتا ہے۔
- 16g کے $CH_4(g)$، 2 × 32g کے $O_2(g)$ سے تعامل کرکے، 44 g کے $CO_2(g)$ اور 2 × 18 g کے $H_2O(g)$ بناتے ہیں۔

ان رشتوں کی مدد سے دیے ہوئے اعداد وشمار کو اس طرح آپس میں تبدیل کیا جاسکتا ہے:

سالمات کی تعداد ⇌ مول ⇌ کمیت

$$\text{کثافت} = \frac{\text{کمیت}}{\text{حجم}}$$

مسئلہ 1.3

16 g میتھین (Methane) کے احتراق سے بننے والے پانی (گیس) کی مقدار کا حساب لگایئے۔

حل

میتھین کے احتراق کے لیے متوازن مساوات ہے:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

(i) 16 g کے CH_4، ایک مول سے مطابقت رکھتے ہیں۔

(ii) مندرجہ بالا مساوات کے مطابق، CH_4 (g) کا ایک مول، $H_2O(g)$ کے دو مول بناتا ہے۔

پانی (H_2O) کے دو مول $= 2 \times (2 + 16)$

$= 2 \times 18 = 36$ g

H_2O 1 مول $= 18\ gH_2O \Rightarrow \frac{18\ g\ H_2O}{1\ mol\ H_2O} = 1$

اس لیے $2\ mol\ H_2O \times \frac{18g\ H_2O}{1mol\ H_2O}$

$= 2 \times 18g\ H_2O = 36g\ H_2O$

مسئلہ 1.4

احتراق کے بعد $CO_2(g)$ کے 22 g بنانے کے لیے،میتھین کے کتنے مول درکار ہوں گے؟

حل

کیمیائی مساوات کے مطابق:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

$CH_4(g)$ کے 16g سے $CO_2(g)$ کے 44 g حاصل ہوتے ہیں۔

[$\because CH_4(g)$ کے 1 مول سے $CO_2(g)$ کا 1 مول حاصل ہوتا ہے]

$CO_2(g)$ کا مول

$= 22g\ CO_2(g) \times \frac{1\ mol\ CO_2(g)}{44g\ CO_2(g)}$

$= 0.5\ mol\ CO_2(g)$

اس لیے، 0.5 mol CO_2 (g) سے 0.5 mol CH_4 (g) حاصل ہوں گے یا 22 g CO_2 (g) حاصل کرنے کے لیے CH_4 (g) کے 0.5 mol درکار ہوں گے۔

1.10.1 تحریدی متعامل شے (Limiting Reagent)

کئی مرتبہ، جب تعاملات کیے جاتے ہیں تو متعاملات اس مقدار میں موجود نہیں ہوتے، جو مقدار ایک متوازن کیمیائی تعامل کے لیے درکار ہوتی ہے۔ ایسی صورت میں ایک متعامل دوسرے متعامل سے زیادہ مقدار میں ہوتا ہے۔ وہ متعامل جو کم مقدار میں موجود ہوتا ہے۔ کچھ دیر کے بعد ختم ہو جاتا ہے اور اس کے بعد مزید تعامل نہیں ہوتا، چاہے دوسرے متعامل کی کتنی بھی مقدار موجود ہو۔ اس لیے وہ متعامل جو استعمال ہو جاتا ہے تشکیل پانے والے ماحصل کی مقدار کو محدود کر دیتا ہے اور اس لیے تحریدی متعامل شے (Limiting Reagent) کہلاتا ہے۔

تناسب پیمائی تحسیب میں اس پہلو کو بھی دھیان میں رکھنا چاہیے۔

مسئلہ 1.5

N_2 (g) کے 50.0 kg اور H_2 (g) کے 10.0 (kg) کو ملا کر NH_3 (g) بنائی جاتی ہے۔ حساب لگائیے کہ کتنی NH_3 (g) بنے گی؟ اس حالت میں، NH_3 کی تشکیل میں تحریدی متعامل شے کی شناخت کیجیے۔

حل

مندرجہ بالا تعامل کے لیے ایک متوازن مساوات اس طرح لکھی جا سکتی ہے:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

N_2 کے مول

$$= 50.0\,kg\,N_2 \times \frac{1000\,g\,N_2}{1\,kg\,N_2} \times \frac{1\ mol\ N_2}{28.0\,g\,N_2}$$

$$= 17.86 \times 10^2\ mol$$

H_2 کے مول

$$= 10.00\,kg\,H_2 \times \frac{1000\,g\,H_2}{1\,kg\,H_2} \times \frac{1\,mol\,H_2}{2.016\,g\,H_2}$$

$$= 4.96 \times 10^3\ mol$$

مندرجہ بالا مساوات کے مطابق، تعامل کے لیے 1 mol N_2(g) کو 3 mol H_2(g) درکار ہیں۔ اس لیے N_2 کے 17.86×10^2 مول کے لیے درکار H_2 (g) کے مولوں کی تعداد۔

$$17.86 \times 10^2\,mol\,N_2 \times \frac{3\ mol\ H_2(g)}{1\ mol\ N_2(g)}$$

$$= 5.36 \times 10^3\ mol\ H_2(g)$$

لیکن ہمارے پاس صرف 4.96×10^3 mol H_2(g) ہے۔ اس لیے ڈائی ہائڈروجن اس صورت میں تحریدی متعامل ہے۔ اس لیے ہائڈروجن کی دستیاب مقدار، یعنی کہ 4.96×10^3 mol سے ہی NH_3(g)، بنے گی۔

کیونکہ، 3 mol H_2 (g)، 2 mol NH_3 (g) دیتی ہے۔

$$4.96 \times 10^3\,mol\,H_2(g) \times \frac{2\ mol\ NH_3(g)}{3\,mol\,H_2(g)}$$

$$= 3.30 \times 10^3\ mol\ NH_3(g)$$

3.30×10^3 mol NH_3(g) حاصل ہوگی۔

اگر اسے گرام میں تبدیل کرنا ہو، تو مندرجہ ذیل طریقے سے کیا جا سکتا ہے:

$$1\ mol\ NH_3\ (g) = 17.0\ g\ NH_3\ (g)$$

$$3.30 \times 10^3\ mol\ NH_3\ (g) \times \frac{17.0\ g\ NH_3\ (g)}{1\ mol\ \ NH_3(g)}$$

$$= 3.30 \times 10^3 \times 17\ g\ NH_3(g)$$

$$= 56.1 \times 10^3\,g\,NH_3(g)$$

$$= 56.1\,kg\,NH_3$$

1.10.2 محلول میں تعاملات (Reactions in Solution)

تجربہ گاہ میں کیے جانے والے تعاملات کی بڑی تعداد، محلولوں میں ہوتی ہے۔ اس لیے یہ سمجھنا ضروری ہے کہ جب کوئی شے محلول کی شکل میں ہوتی ہے تو اس کی مقدار کیسے ظاہر کی جاتی ہے۔ ایک محلول کا ارتکاز (Concentration) یا محلول کے دیے ہوئے حجم میں پائی جانے والی شے کی مقدار، مندرجہ ذیل طریقوں میں سے کسی ایک طریقے سے ظاہر کی جا سکتی ہے۔

1۔ کمیت فی صد یا وزن فی صد (w/w%)
2۔ مول کسر
3۔ مولاریت
4۔ مولالیت

آیئے اب ان میں سے ہر ایک کا تفصیل سے مطالعہ کریں۔

1. کمیت فی صد (Mass Per Cent)

یہ مندرجہ ذیل رشتے کو استعمال کر کے حاصل کی جاتی ہے:

$$\text{کمیت فی صد} = \frac{\text{منحل کی کمیت}}{\text{محلول کی کمیت}} \times 100$$

مسئلہ 1.6

ایک شے 'A' کے 2 g، کو پانی کے 18 g میں حل کر کے ایک محلول تیار کیا جاتا ہے۔ منحل (Solute) کی کمیت فی صد معلوم کیجیے۔

حل

$$\text{A کی کمیت فی صد} = \frac{\text{A کی کمیت}}{\text{محلول کی کمیت}} \times 100$$

$$= \frac{2\text{ g}}{\text{A کے 2 g} + \text{پانی کے 18 g}} \times 100$$

$$= \frac{2\text{g}}{20\text{g}} \times 100 = 10\%$$

$= 10\ \%$

2. مول کسر (Mole Fraction)

یہ ایک مخصوص جزو (Component) کے مولوں کی تعداد کی، محلول کے مولوں کی کل تعداد سے نسبت ہے۔ اگر ایک شے A، شے B میں حل کی جاتی ہے اور ان کے مولوں کی تعداد بالترتیب n_A اور n_B ہے، تب A اور B کی مول کسریں مندرجہ ذیل ہوں گی:

$$\text{A کی مول کسر} = \frac{\text{A کے مولوں کی تعداد}}{\text{محلول کے مولوں کی تعداد}}$$

$$= \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

$$\text{B کی مول کسر} = \frac{\text{B کے مولوں کی تعداد}}{\text{محلول کے مولوں کی تعداد}}$$

$$= \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

3. مولاریت (Molarity)

یہ سب سے زیادہ استعمال کی جانے والی اکائی ہے اور اسے M سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ 1 لیٹر محلول میں منحل کے مولوں کی تعداد ہے۔ اس لیے

$$\text{مولاریت (M)} = \frac{\text{منحل کے مولوں کی تعداد}}{\text{محلول کا حجم (لیٹر میں)}}$$

فرض کیجیے، ہمارے پاس ایک شے مان لیجیے کا 1 M محلول ہے، NaOH کا۔ ہم اس سے ایک 0.2 M کا محلول تیار کرنا چاہتے ہیں۔

1 M NaOH کا مطلب ہے، 1 لیٹر محلول میں NaOH کا 1mol موجود ہے۔ 0.2 M محلول کے لیے ہمیں 1 لیٹر محلول میں، NaOH کے 0.2 مول چاہئیں۔

اس لیے ہمیں NaOH کے 0.2 مول لینے ہوں گے اور 1 لیٹر محلول بنانا ہوگا۔

اب ہمیں مرتکز (Concentrated)، NaOH (1 M) محلول کا کتنا حجم لینا ہوگا، جس میں NaOH کے 0.2 مول ہوں۔ یہ حساب مندرجہ ذیل طریقے سے لگایا جاسکتا ہے:

اگر 1 L یا 1000 mL میں 1 mol موجود ہے،

تو 0.2 mol موجود ہے،

$$\frac{1000\text{ mL}}{1\text{ mol}} \times 0.2\text{ mol}$$

$= 200\text{ mL}$

اس لیے، 1 M NaOH کے 200 mL لیے جاتے ہیں اور پھر اتنا پانی ملایا جاتا ہے کہ 1 لیٹر حجم ہو جائے۔

دراصل ایسی تحسیب میں، ایک عمومی فارمولا: $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ استعمال کیا جاسکتا ہے، جہاں M اور V بالترتیب مولاریت اور حجم ہیں۔ اس صورت میں،

$$M_1 = 0.2;\ V_1 = 1000\text{ mL},\ M_2 = 1.0,\ V_2?$$

ان قدروں کو فارمولے میں رکھنے پر

$$0.2\text{ M} \times 1000\text{ mL} = 1.0\text{ M} \times V_2$$

$$\therefore V_2 = \frac{0.2\text{ M} \times 1000\text{ mL}}{1.0\text{ M}} = 200\text{ mL}$$

نوٹ کریں کہ منحل **(NaOH)** کے مولوں کی تعداد، 200 mL میں 0.2 تھی اور یہ ڈائی لیوشن (Dilution)، (100 mL میں) کے بعد بھی اتنی ھی رھتی ھے، یعنی کہ 0.2، کیونکہ ہم نے صرف محلل (Solvent) (یعنی پانی) کی مقدار تبدیلی کی ہے اور NaOH کے ساتھ کچھ نہیں کیا ہے۔ لیکن ارتکاز (Concentration) کو دھیان میں رکھیں۔

مسئلہ 1.7

NaOH کے 4g کو اتنے پانی میں حل کر کے محلول تیار کیا جاتا ہے، کہ محلول کے 250 mL حاصل ہوتے ہیں۔ NaOH کی مولاریت کا حساب لگائیے۔

حل

$$\text{مولاریت (M)} = \frac{\text{منحل کے مولوں کی تعداد}}{\text{محلول کا حجم (لیٹر میں)}}$$

$$= \frac{(\text{NaOH کی مولر کمیت}/\text{NaOH کی کمیت})}{0.250\ \text{L}}$$

$$= \frac{4\text{g}/40\text{g}}{0.250\text{L}} = \frac{0.1\ \text{mol}}{0.250\text{L}} =$$

$$= 0.4\ \text{mol L}^{-1}$$

$$= 0.4\ \text{M}$$

نوٹ کریں کہ ایک محلول کی مولاریت، درجہ حرارت پر منحصر ہے، کیونکہ ایک محلول کے حجم کا انحصار درجہ حرارت پر ہے۔

4. مولالیت (Molality)

اس کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ محلل کے 1 kg میں موجود منحل کے مولوں کی تعداد ہے۔ اسے m سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$\text{مولالیت (m)} = \frac{\text{منحل کے مولوں کی تعداد}}{\text{kg میں محلل کی کمیت}}$$

مسئلہ 1.8

NaCl کے 3 M محلول کی کثافت $1.25\ \text{g mL}^{-1}$ ہے۔ محلول کی مولالیت کا حساب لگائیے۔

حل

$$M = 3\ \text{mol L}^{-1}$$

$$\text{NaCl کی کمیت 1L محلول میں} = 3 \times 58.5 = 175.5\ \text{g}$$

$$\text{1 L محلول کی کمیت} = 1000 \times 1.25 = 1250\ \text{g}$$

$$(\text{کثافت} = 1.25\ \text{g mL}^{-1})$$

$$\text{محلول میں پانی کی کمیت} = 1250 - 175.5$$

$$= 1074.5\ \text{g}$$

$$\text{مولالیت} = \frac{\text{منحل کے مولوں کی تعداد}}{\text{kg میں محلل کی کمیت}}$$

$$= \frac{3\ \text{mol}}{1.0745\ \text{kg}}$$

$$= 2.79\ m$$

کیمسٹری تجربہ گاہ میں مطلوبہ ارتکاز کا محلول، اکثر ایک معلوم مقابلتاً زیادہ ارتکاز کے محلول کا ڈائی لیوشن کر کے تیار کیا جاتا ہے۔ مقابلتاً زیادہ ارتکاز کے محلول کو اسٹاک محلول (Stock Solution) بھی کہتے ہیں۔ نوٹ کریں کہ ایک محلول کی مولالیت، درجہ حرارت کے ساتھ تبدیل نہیں ہوتی، کیونکہ درجہ حرارت کا کمیت پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔

خلاصہ

کیمسٹری کا مطالعہ بہت اہم ہے کیونکہ اس کے احاطے میں زندگی کا ہر دائرہ آتا ہے۔ کیمسٹری میں اشیا کی خصوصیات اور ترکیب اور ان میں ہونے والی تبدیلیوں کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ ہر ایک شے میں مادہ ہوتا ہے جو تین حالتوں میں پایا جاتا ہے: ٹھوس، رقیق اور گیس۔ مادہ کی ان حالتوں میں ترکیبی ذرات مختلف طریقوں سے ایک دوسرے سے منسلک ہوتے ہیں اور یہ اپنی نمایاں خصوصیات ظاہر کرتے ہیں۔ مادہ کی درجہ بندی، عناصر، مرکبات یا آمیزوں کے تحت بھی کی جاسکتی ہے۔ ایک **عنصر** میں صرف ایک ہی قسم کے ذرات ہوتے ہیں جو ایٹم یا سالمات ہو سکتے ہیں۔ مرکبات اس وقت تشکیل پاتے ہیں جب دو یا دو سے زیادہ عناصر کے ایٹم ایک دوسرے کے ساتھ ایک مستقل نسبت میں متحد ہوتے ہیں۔ آمیزے عام طور سے پائے جاتے ہیں اور ہمارے آس پاس پائی جانے والی بہت سی اشیا آمیزے ہیں۔

جب کسی شے کی خاصیتوں کا مطالعہ کیا جاتا ہے تو پیمائش اس میں شامل ہوتی ہے۔ خاصیتوں کو مقداری بنانے کے لیے پیمائش کا ایک نظام اور وہ اکائیاں جن میں مقداروں کو ظاہر کیا جاسکے، درکار ہوتے ہیں۔ بہت سے پیمائش کے نظام پائے جاتے ہیں ان میں سے **انگلش** اور **میٹرک** نظام زیادہ تر استعمال ہوتے ہیں۔ لیکن سائنسی برادری ساری دنیا میں ایک یکساں اور مشترکہ نظام استعمال کرنے پر رضامند ہوگئی ہے۔ اس نظام کا مخفف SI اکائیاں ہے ''اکائیوں کا بین الاقوامی نظام'' (International System of Units)۔

کیونکہ پیمائش میں اعداد و شمار کو ریکارڈ کرنا شامل ہوتا ہے، جن کے ساتھ عدم یقینی کی کچھ مقدار منسلک ہوتی ہے، مقداروں کی پیمائش کے ذریعے حاصل کیے گئے اعداد و شمار کو صحیح طور پر برتنا بہت اہم ہے۔ کیمسٹری میں مقداروں کی پیمائش ایک بڑی رینج: 10^{-31} سے 10^{23} تک پھیلی ہوئی ہے۔ لہٰذا اعداد کو **سائنسی ترسیم** (Scintific Notation) میں ظاہر کرنے کا آسان نظام بروئے کار لایا جاتا ہے۔ عدم یقینی کا محاصرہ کرنے کے لیے ان **بامعنی اعداد** کی تعداد کا تعین کیا جاتا ہے جن میں مشاہدات رپورٹ کیے جاتے ہیں۔ **ابعادی تجزیہ** سے پیمائش شدہ مقداروں کو اکائیوں کے مختلف نظاموں میں ظاہر کرنے میں مدد ملتی ہے۔ اس لیے نتیجہ کو اکائی کے ایک نظام سے دوسرے نظام میں تبدیل کرنا ممکن ہے۔

مختلف ایٹموں کے اتحاد پر کیمیائی اتحاد کے بنیادی قوانین کا اطلاق ہوتا ہے یہ قوانین اس طرح ہیں: **کمیت کی بقا کا قانون، مستقل تناسب کا قانون، ضعفی تناسب کا قانون، گیلوساک کا گیسی حجموں کا قانون اور ایووگاڈرو قانون**۔ ان سب قوانین نے **ڈالٹن کے ایٹمی نظریہ** تک رہنمائی کی جس کا بیان ہے کہ ایٹم، مادہ کے بلڈنگ بلاک ہیں۔ ایک عنصر کی **ایٹمی کمیت** کاربن کے ہم جا ^{12}C کی مناسبت سے ظاہر کی جاتی ہے، جس کی بالکل درست قدر 12 ہے۔ عام طور سے ایک عنصر کے لیے استعمال کی جانے والی ایٹمی کمیت اس کی **اوسط ایٹمی کمیت** ہوتی ہے جو کہ اس عنصر کے مختلف ہم جاؤں کی قدرتی کثرت (Natural Abundance) کا لحاظ رکھ کر حاصل کی جاتی ہے۔ ایک سالمہ کی سالماتی کمیت، اس سالمہ میں موجود تمام ایٹموں کی کمیتوں کو جمع کرکے حاصل ہوتی ہے۔ ایک مرکب میں پائے جانے والے مختلف عناصر کی **کمیت فی صد** اور اس کی سالماتی کمیت معلوم کرکے مرکب کے **سالماتی فارمولے** کا حساب لگایا جاسکتا ہے۔

ایک دیے ہوئے نظام میں **پائی جانے والے** ایٹموں، سالمات یا کسی دوسرے ذرات کی تعداد **ایووگاڈرو مستقلہ** (6.022×10^{23}) کی شکل میں ظاہر کی جاتی ہے۔ یہ ان ذرات یا ہستیوں کا 1 mol کہلاتی ہے۔

کیمیائی تعاملات مختلف عناصر اور مرکبات میں ہونے والی کیمیائی تبدیلیوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ ایک **متوازن** کیمیائی مساوات بہت سی معلومات فراہم کرتی ہے۔ ضریب، مولر نسبتوں اور کسی مخصوص تعامل میں حصہ لینے والے ذرات کی متعلقہ تعداد کی نشاندہی کرتے ہیں۔ درکار متعاملات یا تشکیل پانے والے ماحصلات کا مقداری مطالعہ، **تناسب پیائی** کہلاتا ہے۔ تناسب پیائی کے حساب کا استعمال کرکے ماحصل کی مخصوص مقدار حاصل کرنے کے لیے درکار ایک یا ایک سے زیادہ متعامل (متعاملات) کی مقدار (مقداریں) معلوم کی جاسکتی ہے اور اس کے بر خلاف بھی۔ ایک محلول کے دیے ہوئے حجم میں موجود کسی شے کی مقدار کئی طریقوں سے ظاہر کی جاسکتی ہے۔ مثلاً کمیت فی صد، مول کسر، مولاریت اور مولالیت۔

مشقیں

1.1 مندرجہ ذیل کی سالماتی کمیت معلوم کیجیے:

(i) H_2O (ii) CO_2 (ii) CH_4

1.2 سوڈیم سلفیٹ (Na_2SO_4) میں پائے جانے والے مختلف عناصر کی کمیت فی صد کا حساب لگائیے۔

1.3 لوہے (Iron) کے ایک آکسائڈ کا ایمپیریکل فارمولا معلوم کیجیے، جس میں کمیت کے لحاظ سے 69.9% لوہا (Iron) اور 30.1% ڈائی آکسیجن ہے۔

1.4 کاربن ڈائی آکسائڈ کی اس مقدار کا حساب لگائیے جو اس وقت حاصل ہو سکتی ہے جب

(i) کاربن کے ایک مول کو ہوا میں جلایا جائے۔

(ii) کاربن کے ایک مول کو ڈائی آکسیجن کے 16 g میں جلایا جائے۔

(iii) کاربن کے 2 مولوں کو ڈائی آکسیجن کے 16 g میں جلایا جائے۔

1.5 سوڈیم ایسی ٹیٹ (CH_3COONa) کی اس کمیت کا حساب لگائیے جو 0.375 مولر آبی محلول کے 500 ml بنانے کے لیے درکار ہوگی۔ سوڈیم ایسی ٹیٹ کی مولر کمیت $82.0245\ g\ mol^{-1}$ ہے۔

1.6 ایک نمونے میں موجود نائٹرک ایسڈ (Nitric Acid) کے ارتکاز کا حساب مول فی لیٹر میں لگائیے۔ نمونے کی کثافت $1.41\ g\ mL^{-1}$ ہے اور اس میں نائٹرک ایسڈ کی کمیت فی صد 69% ہے۔

1.7 کاپر سلفیٹ ($CuSO_4$) کے 100 gm سے کاپر کی کتنی مقدار حاصل ہو سکتی ہے؟

1.8 لوہے کے اس آکسائڈ کا سالماتی فارمولا معلوم کیجیے، جس میں آئرن اور آکسیجن کی فی صد کمیتیں، بالترتیب 69.9 اور 30.1 ہیں۔

1.9 مندرجہ ذیل اعداد و شمار کو استعمال کر کے کلورین کی ایٹمی کمیت (اوسط) کا حساب لگائیے

	قدرتی کثرت %	مولر کمیت
^{35}Cl	75.77	34.9689
^{37}Cl	24.23	36.9659

1.10 ایتھین (C_2H_6) کے تین مولوں میں مندرجہ ذیل کا حساب لگائیے

(i) کاربن ایٹموں کے مولوں کی تعداد۔

(ii) ہائڈروجن ایٹموں کے مولوں کی تعداد۔

(iii) ایتھین کے سالمات کی تعداد۔

1.11 $mol\ L^{-1}$ میں، شکر ($C_{12}H_{22}O_{11}$) کا کیا ارتکاز ہوگا، اگر اس کے 20 g اتنے پانی میں حل کیے جائیں کہ کل حجم 2 L ہو۔

1.12 اگر میتھانول (Methanol) کی کثافت $0.793\ kg\ L^{-1}$ ہے، تو اس کے 0.25 M محلول کے 2.5 L بنانے کے لیے اس کا کتنا حجم درکار ہوگا؟

1.13 دباؤ، سطح کے اکائی رقبہ پر لگ رہی قوت کی شکل میں معلوم کیا جاتا ہے۔ دباؤ کی SI اکائی جو کہ پاسکل (Pascal) کہلاتی ہے، ذیل میں دی گئی ہے: $1Pa = 1N\ m^{-2}$

اگر سطحِ سمندر پر ہوا کی کمیت $1034\ g\ cm^{-2}$ ہے تو پاسکل میں دباؤ معلوم کیجیے۔

1.14 کمیت کی SI اکائی کیا ہے؟ اس کی تعریف کیسے کی جاتی ہے؟

1.15 مندرجہ ذیل سابقوں اور ان کے اضعاف (Multiples) کے جوڑے بنائیے:

	سابقے	اضعاف
(i)	مائیکرو (Micro)	10^6
(ii)	ڈیکا (Deca)	10^9
(iii)	میگا (Mega)	10^{-6}
(iv)	گیگا (Giga)	10^{-15}
(v)	فیمٹو (Femto)	10

1.16 بامعنی ہندسوں (Significant Figures) سے کیا مراد ہے؟

1.17 پینے کے پانی کے ایک نمونے میں کلوروفارم ($CHCl_3$) کی بہت زیادہ ملاوٹ پائی گئی، جسے سرطان زا (Corcinogenic) (جس سے کینسر ہوسکتا ہے) سمجھا جاتا ہے۔ ملاوٹ کی سطح، 15 ppm (کمیت کے لحاظ سے) تھی۔

(i) اسے کمیت کے لحاظ سے فی صد میں ظاہر کیجیے۔

(ii) پانی کے نمونے میں کلوروفارم کی مولالیت معلوم کیجیے۔

1.18 مندرجہ ذیل کو سائنسی ترسیم میں ظاہر کیجیے:

(i) 0.0048

(ii) 234,000

(iii) 8008

(iv) 500.0

(v) 6.0012

1.19 مندرجہ ذیل میں بامعنی ہندسوں کی تعداد بتائیے:

(i) 0.0025

(ii) 208

(iii) 5005

(iv) 126,000

(v) 500.0

(vi) 2.0034

1.20 مندرجہ ذیل کو تین بامعنی ہندسوں تک مکمل کیجیے:

(i) 34.216

(ii) 10.4107

(iii) 0.04597

(iv) 2808

1.21 جب ڈائی نائٹروجن اور ڈائی آکسیجن آپس میں تعامل کر کے مختلف مرکبات تشکیل دیتے ہیں تو مندرجہ ذیل اعداد و شمار حاصل ہوتے ہیں:

	ڈائی نائٹروجن کی کمیت	ڈائی آکسیجن کی کمیت
(i)	14 g	16 g
(ii)	14 g	32 g
(iii)	28 g	32 g
(iv)	28 g	80 g

(a) مندرجہ بالا تجرباتی اعداد و شمار پر کس کیمیائی اتحاد کے قانون کا اطلاق ہوتا ہے؟ قانون بیان کیجیے۔

(b) مندرجہ ذیل تبدیلیوں میں خالی جگہ بھریے:

(i) 1 km = ... mm = ... pm

(ii) 1 mg = ... kg = ... ng

(iii) 1 mL = ... L = ... dm^3

1.22 اگر روشنی کی چال $3.0 \times 10^8\ m\ s^{-1}$ ہے، تو 2.00 ns میں روشنی کے ذریعے طے کیے گئے فاصلے کا حساب لگائیے۔

1.23 ایک تعامل: $A + B_2 \rightarrow AB_2$ میں، مندرجہ ذیل تعامل آمیزوں میں اگر کوئی تحریدی متعامل شے ہو تو اس کی نشاندہی کیجیے۔

(i) A کے 300 ایٹم + B کے 200 سالمات

(ii) A کے 2 مول + B کے 3 مول

(iii) A کے 100 ایٹم + B کے 100 سالمات

(iv) A کے 5 مول + B کے 2.5 مول

(v) A کے 2.5 مول + B کے 5 مول

1.24 ڈائی نائٹروجن اور ڈائی آکسیجن، آپس میں تعامل کر کے مندرجہ ذیل کیمیائی مساوات کے مطابق، امونیا بناتے ہیں:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

(i) اگر $2.00 \times 10^3 g$ ڈائی نائٹروجن، $1.00 \times 10^3 g$ ڈائی ہائڈروجن سے تعامل کرتی ہے، تو بننے والی امونیا کی کمیت کا حساب لگائیے۔

(ii) کیا دونوں میں سے کوئی متعامل، غیر تعامل شدہ رہے گا؟

(iii) اگر ہاں تو کون سا اور اس کی کتنی کمیت ہوگی؟

1.25 $0.5\ mol\ Na_2CO_3$ اور $0.5\ M\ Na_2CO_3$ کیسے مختلف ہیں؟

1.26 اگر ڈائی ہائڈروجن گیس کے 10 حجم، ڈائی آکسیجن گیس کے 5 حجم سے تعامل کرتے ہیں، تو پانی کے ابخرات کے کتنے حجم تشکیل پائیں گے؟

1.27 مندرجہ ذیل کو اساسی اکائیوں میں تبدیل کیجیے:

(i) 28.7 pm

(ii) 15.15 pm

(iii) 25365 mg

1.28 مندرجہ ذیل میں سے کس میں ایٹموں کی تعداد سب سے زیادہ ہوگی؟

(i) 1 g Au (s)

(ii) 1 g Na (s)

(iii) 1 g Li (s)

(iv) 1 g of Cl_2(g)

1.29 پانی میں ایتھانول (Ethanol) کے اس محلول کی مولاریت معلوم کیجیے، جس میں ایتھانول کی مول کسر 0.040 ہے۔

1.30 ایک ^{12}C ایٹم کی کمیت گرام میں کیا ہوگی؟

1.31 مندرجہ ذیل تحسیبات کے نتائج میں بامعنی ہندسوں کی تعداد کیا ہوگی؟

(i) $\frac{0.02856 \times 298.15 \times 0.112}{0.5785}$

(ii) 5×5.364

(iii) $0.0125 + 0.7864 + 0.0215$

1.32 مندرجہ ذیل جدول میں دیے گئے اعداد و شمار کو استعمال کر کے، قدرتی طور پر پائے جانے والے آرگن کے ہم جاؤں کی مولر کمیت کا حساب لگایئے۔

ہم جا	ہم جائی مولر کمیت	کثرت
^{36}Ar	35.96755 g mol^{-1}	0.337 %
^{38}Ar	37.96272 g mol^{-1}	0.063 %
^{40}Ar	39.9624 g mol^{-1}	99.600 %

1.33 مندرجہ ذیل میں سے ہر ایک میں ایٹموں کی تعداد معلوم کیجیے۔ (i) Ar کے 52 مول (ii) He کی 52 u (iii) He کے 52 g

1.34 ایک ویلڈنگ ایندھن گیس میں صرف کاربن اور ہائڈروجن شامل ہیں۔ اس کے ایک نمونے کو آکسیجن میں جلانے پر 3.38 g کاربن ڈائی آکسائڈ اور 0.690 g پانی حاصل ہوتا ہے اس کے علاوہ اور کچھ حاصل نہیں ہوتا۔ اس ویلڈنگ گیس کے 10.0 L حجم (STP پر) کا وزن 11.6 g ہے۔ حساب لگایئے:

(i) گیس کا ایمپریکل فارمولا (ii) گیس کی مولر کمیت (iii) سالماتی فارمولا

1.35 کیلشیم کاربونیٹ، HCl کے آبی محلول سے تعامل کر کے مندرجہ ذیل تعامل کے مطابق: کیلشیم کلورائڈ ($CaCl_2$) اور CO_2 دیتا ہے۔

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

0.75 M HCl کے 25 ml سے پوری طرح تعامل کرنے کے لیے $CaCO_3$ کی کتنی کمیت درکار ہوگی؟

1.36 تجربہ گاہ میں مینگنیز ڈائی آکسائڈ (MnO_2) کا آبی ہائڈروکلورک ایسڈ کے ساتھ مندرجہ ذیل تعامل کرا کر کلورین تیار کی جاتی ہے۔

$$4HCl(aq) + MnO_2(s) \rightarrow 2H_2O(l) + MnCl_2(aq) + Cl_2(g)$$

مینگنیز ڈائی آکسائڈ کے 5.0 g کے ساتھ HCl کے کتنے گرام تعامل کرتے ہیں؟

ایٹم کی ساخت
(Structure of Atom)

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- الیکٹران، پروٹان اور نیوٹران کی دریافت اور ان کی خصوصیات کے بارے میں جان سکیں۔
- تھامسن، رودرفورڈ اور بوہر کے ایٹمی ماڈلوں کو بیان کرسکیں۔
- ایٹم کے کوانٹم میکانیکی ماڈل کے اہم نکات سمجھ سکیں۔
- برق مقناطیسی اشعاع اور پلانک کے کوانٹم نظریہ کی طبع کو سمجھ سکیں۔
- ضیا برقی اثر کی وضاحت کرسکیں اور ایٹمی اسپیکٹرا کے نکات بیان کرسکیں۔
- ڈی۔ براگلی رشتہ اور ہائزنبرگ عدم یقینی اصول بیان کرسکیں۔
- کوانٹم نمبر کی شکل میں ایٹمی اربٹل کی تعریف کرسکیں۔
- اوف باؤ اصول، پالی کا اصول استثنی اور ازحد تضاعف کا ہنڈ کا قاعدہ بتا سکیں۔
- ایٹموں کا الیکٹرانی تشکل لکھ سکیں۔

"مختلف عناصر کے ایٹموں کے بہت زیادہ متنوع کیمیائی طرز عمل کی اصل وجہ ان کی اندرونی ساخت میں پایا جانے والا فرق ہے۔"

قدیم ہندوستانی اور یونانی فلسفیوں (400ق۔م) کے زمانے سے ہی ایٹم کی موجودگی تجویز کی جاتی رہی ہے۔ ان فلسفیوں کا خیال تھا کہ ایٹم مادے کے بنیادی بلڈنگ بلاک ہیں۔ ان کے مطابق، مادے کی مسلسل تقسیم کے نتیجے میں ہمیں بالآخر ایٹم حاصل ہوں گے، جو مزید قابلِ تقسیم نہیں ہوں گے۔ لفظ ایٹم یونانی لفظ اے۔ٹومیو (a-tomio) سے اخذ کیا گیا ہے، جس کے معنی ہیں ناقابلِ تراش (un-cutable) یا ناقابلِ تقسیم (un-devisible)۔ یہ قدیم تصورات صرف خیالات پر مبنی تھے اور ان کو پرکھنے کا کوئی تجرباتی طریقہ نہیں تھا۔ بہت لمبے عرصے تک یہ تصورات خوابیدہ رہے اور انیسویں صدی میں سائنس دانوں نے انہیں دوبارہ متحرک کیا۔

مضبوط سائنسی بنیادوں پر، ایٹمی نظریہ، سب سے پہلے 1808 میں، ایک برطانوی اسکول کے استاد، جان ڈالٹن نے پیش کیا۔ ان کے نظریہ جو کہ 'ڈالٹن کا ایٹمی نظریہ' کہلاتا ہے، کے مطابق ایٹم کو مادے کا حتمی ذرہ مانا جاتا ہے۔ (اکائی 1)

اس اکائی میں ہم ان تجرباتی مشاہدات سے شروعات کریں گے جو سائنس دانوں نے انیسویں صدی کے اواخر اور بیسویں صدی کے اوائل میں کیے تھے۔ ان تجربات سے یہ ثابت ہوگیا کہ ایٹم کو ذیلی ایٹمی ذرات (Sub Atomic Particles) یعنی کہ الیکٹران، پروٹان، اور نیوٹران، میں مزید تقسیم کیا جا سکتا ہے۔ یہ تصور ڈالٹن کے نظریہ سے بالکل مختلف ہے۔ اس وقت سائنس دانوں کے سامنے اہم مسائل تھے:

- ذیلی ایٹمی ذرات کی دریافت کے بعد ایٹم کے استحکام (stability) کا احاطہ کرنا۔
- طبیعی اور کیمیائی، دونوں قسم کی خاصیتوں کی شکل میں ایک عنصر کے طرزِ عمل کا دوسرے عنصر کے طرزِ عمل سے مقابلہ کرنا۔
- مختلف ایٹموں کے اتحاد سے مختلف قسم کے سالمات کی تشکیل کی وضاحت کرنا اور
- ایٹموں کے ذریعے خارج یا جذب کیے جانے والے مقناطیسی اشعاع کے مبدا (Origin) اور خصوصیات کی طبع کو سمجھنا۔

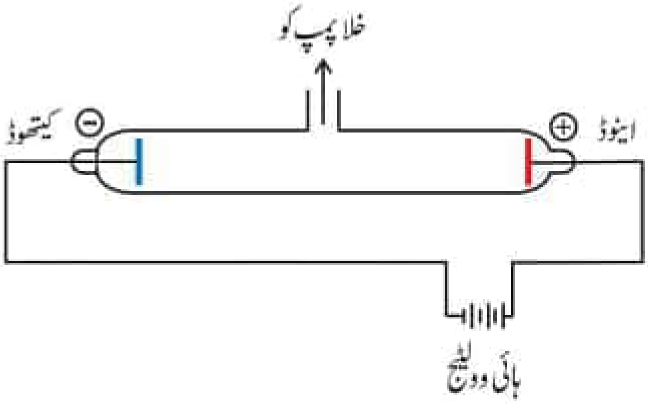
2.1 ذیلی ایٹمی ذرات (Sub-Atomic Particles)

ڈالٹن کا ایٹمی نظریہ (Dalton's Atomic Theory) کمیت کی بقا کے قانون، مستقل تناسب کے قانون اور ضعفی تناسب کے قانون کی بہ خوبی وضاحت کرنے میں کامیاب رہا۔ لیکن یہ نظریہ کئی تجربات کے نتائج کی وضاحت نہیں کرسکا۔ مثال کے طور پر، یہ معلوم تھا کہ کانچ اور آبنوس جیسی اشیا کو جب سلک یا فر سے رگڑا جاتا ہے تو بجلی پیدا ہوتی ہے۔ بیسویں صدی میں ذیلی ایٹمی ذرات کی بہت سی مختلف قسموں کی دریافت ہوئی لیکن اس حصہ میں ہم صرف دو ذرات، الیکٹران اور پروٹان، کی بات کریں گے۔

2.1.1 الیکٹران کی دریافت (Discovery of Electron)

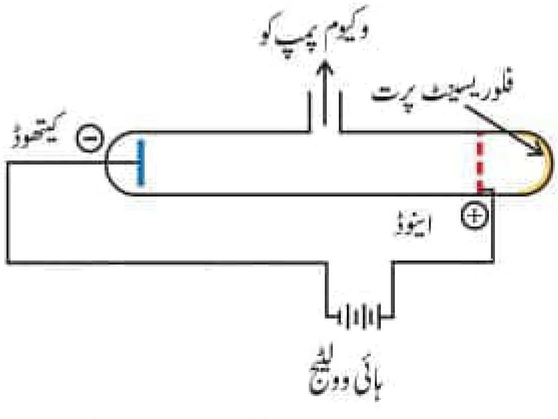
1830 میں مائیکل فیراڈے نے تجربہ کرکے دکھایا کہ جب ایک الیکٹرولائٹ (Electrolyte) کے محلول سے برقی روگزاری جاتی ہے تو الیکٹروڈ پر کیمیائی تعامل ہوتا ہے جس کے نتیجے میں مادہ خارج ہوتا ہے اور الیکٹروڈ پر جمع (Deposit) ہوجاتا ہے انہوں نے کچھ قوانین بھی ضابطہ کی شکل میں پیش کیے، جن کا مطالعہ آپ جماعت XII میں کریں گے۔ ان نتائج نے برق کی ذراتی فطرت (Particulate Nature) تجویز کی۔

ایٹم کی ساخت کے بارے میں کچھ بصیرت ان تجربوں سے حاصل ہوئی جو گیسوں کے اندر سے برقی ڈسچارج گزار کر کیے گئے تھے۔ اس سے پہلے کہ ہم ان نتائج سے بحث کریں، چارج شدہ ذرات کے طرزِ عمل سے متعلق ایک بنیادی قاعدہ اپنے ذہن میں رکھنا ہوگا: "یکساں چارج ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں اور غیر یکساں چارج ایک دوسرے کے تئیں کشش کا اظہار کرتے ہیں۔"



شکل **2.1(a)** ایک کیتھوڈ رے ڈسچارج ٹیوب

1850 ویں صدی کی پانچویں دہائی کے وسط میں کئی سائنسدانوں، خاص طور پر فیراڈے، نے جزوی طور پر ویکیوم شدہ ٹیوب میں جو کہ **کیتھوڈ رے ڈسچارج ٹیوب** (Cathode Ray Discharge Tubes) کہلاتی ہیں، برقی ڈسچارج کا مطالعہ کرنا شروع کیا۔ ایسی ایک ٹیوب شکل 2.1 میں دکھائی گئی ہے۔ ایک کیتھوڈ رے ٹیوب کانچ کی بنی ہوتی ہے، جس میں دو دھات کے پتلے ٹکڑے سیل کیے ہوئے رکھے ہوتے ہیں، جو کہ الیکٹروڈ (Electrodes) کہلاتے ہیں۔ گیسوں میں برقی ڈسچارج کا مشاہدہ صرف بہت کم دباؤ اور بہت زیادہ وولٹیج (Voltage) پر ہی کیا جاسکتا ہے۔ مختلف گیسوں کے دباؤ کو خلا کاری (Evacuation) کے ذریعے مرتب کیا جاسکتا ہے۔ جب الیکٹروڈ (Electrodes) پر ضرورت کے مطابق بہت زیادہ وولٹیج لگایا جاتا ہے تو ذرات کی لہر میں سے کرنٹ بہنے لگتا ہے، جو کہ ٹیوب میں کیتھوڈ (Cathode) سے اینوڈ (Anode) کی طرف حرکت کرتے ہیں۔ انہیں **کیتھوڈ شعاعیں** (Cathode Rays) یا **کیتھوڈ شعاع ذرات** (Cathode Ray Particles) کا نام دیا گیا۔ کیتھوڈ سے اینوڈ کی سمت میں برقی رو کے



شکل **2.1(b)** سوراخ دار اینوڈ والی کیتھوڈ رے ڈسچارج ٹیوب

بہاؤ کی مزید جانچ کرنے کے لیے اینوڈ میں ایک سوراخ کر دیا گیا اینوڈ کے پیچھے ٹیوب پر فاسفوری دمک والے مادے (Phosphorescent material) زنک سلفائڈ کی پرت چڑھائی گئی۔ جب یہ شعاعیں اینوڈ سے گزرنے کے بعد زنک سلفائڈ کی پرت پر پڑتی ہیں، تو پرت پر ایک چمکدار دھبّہ پیدا ہوتا ہے (یہی چیز ٹیلی ویژن سیٹ میں بھی دیکھنے میں آتی ہے) [شکل 2.1(b)]۔

ان تجربات کا خلاصہ ذیل میں پیش کیا جارہا ہے:

(i) کیتھوڈ شعاعیں، کیتھوڈ سے نکلتی ہیں اور اینوڈ کی سمت میں حرکت کرتی ہیں۔

(ii) یہ شعاعیں بذاتِ خود نظر نہیں آتیں، لیکن ان کے طرزِ عمل کا مشاہدہ خاص قسم کے مادوں کی مدد سے کیا جاسکتا ہے (فلوریسینٹ یا فاسفوریسینٹ) جو ان شعاعوں کے ٹکرانے سے چمکنے لگتے ہیں۔ ٹیلی ویژن کی پکچر ٹیوب، بھی کیتھوڈ رے ٹیوب ہیں اور ٹیلی ویژن پر تصویریں، اس کے اسکرین (پردے) پر خاص قسم کے فلوریسینٹ مادوں کی پرت کی وجہ سے بنتی ہیں۔

(iii) برقی یا مقناطیسی میدان کی غیر موجودگی میں یہ شعاعیں خطِ مستقیم میں سفر کرتی ہیں (شکل 2.2)۔

(iv) برقی یا مقناطیسی میدان کی موجودگی میں، کیتھوڈ شعاعوں کا طرزِ عمل بالکل اس طرح ہی ہوتا ہے، جیسا کہ منفی چارج شدہ ذرات (Negatively Charged Particles) سے توقع کی جاتی ہے، اس طرح یہ نتیجہ نکالا جاسکتا ہے کہ کیتھوڈ شعاعیں منفی چارج شدہ ذرات پر مشتمل ہیں، جو الیکٹران کہلاتے ہیں۔

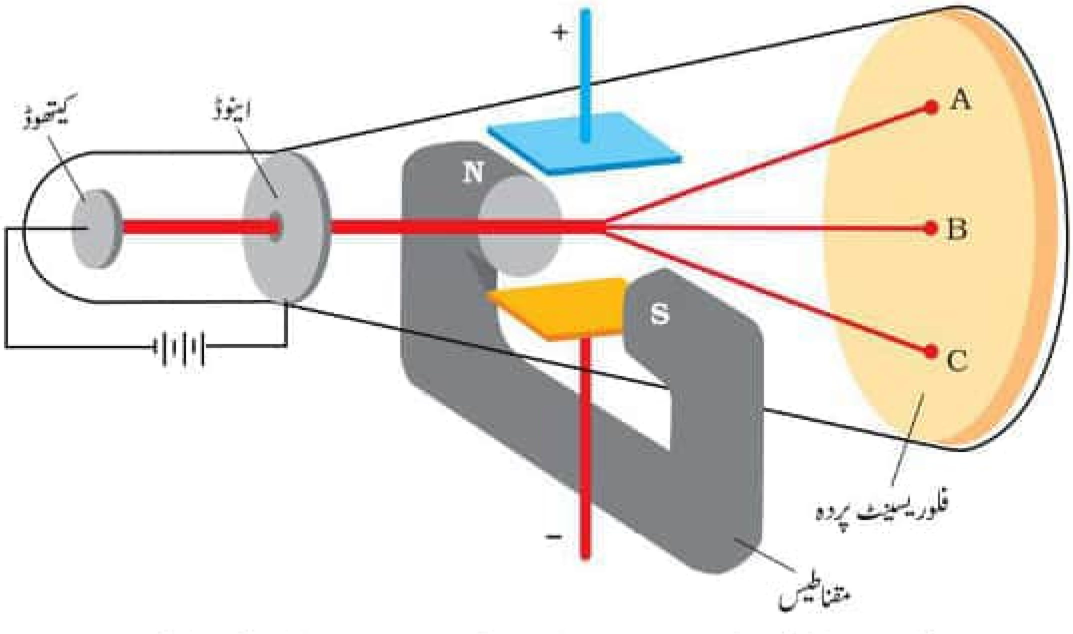
(v) کیتھوڈ شعاعیوں (الیکٹران) کی خاصیتیں الیکٹروڈ (Electrodes) کے مادے اور کیتھوڈ رے ٹیوب (Cathode Ray Tube) میں موجود گیس کی طبع پر منحصر نہیں ہیں۔

اس لیے، ہم یہ نتیجہ اخذ کرسکتے ھیں کہ الیکٹران تمام ایٹموں کے بنیادی اجزائے ترکیبی ھیں۔

2.1.2 الیکٹران کے چارج کی وکمیت سے نسبت
(Charge to Mass Ratio of Electron)

1897 میں برطانوی طبیعیات داں، جے۔ جے۔ تھامسن نے برقی چارج (Electrical Charge) (e) کی الیکٹران کی کمیت (Mus of electrons) (m_e) سے نسبت کی پیائش کی۔ اس کے لیے انھوں نے کیتھوڈ رے ٹیوب (Cathode Ray Tube) کا استعمال کیا اور برقی اور مقناطیسی میدان اس طرح لگایا کہ دونوں میدان ایک دوسرے کے عمودی ہوں اور ساتھ ہی ساتھ الیکٹران کے راستے کے بھی عمودی (Perpendicular) ہوں (شکل 2.2)۔ تھامسن نے توجیہہ پیش کی کہ برقی و مقناطیسی میدان کی موجودگی میں، ذرات کا اپنے راستے سے انحراف مندرجہ ذیل پر منحصر ہے:

(i) ذرے کے منفی چارج کی عددی قدر پر، ذرے پر منفی چارج کی عددی قدر جتنی زیادہ ہوگی، برقی یا مقناطیسی میدان سے اس کا باہمی



شکل 2.2. الیکٹران کے برقی چارج و کمیت کی نسبت معلوم کرنے کے لیے آلات

عمل (Interaction) بھی اتنا ہی زیادہ ہوگا اور اس لیے انحراف (Deflection) بھی زیادہ ہوگا۔

(ii) ذرے کی کمیت پر— ذرہ جتنا ہلکا ہوگا، انحراف اتنا ہی زیادہ ہوگا۔

(iii) برقی یا مقناطیسی میدان کی قوت (Strength) پر— الیکٹرانوں کا اپنے اصل راستے سے انحراف، الیکٹروڈ کے درمیان لگائی گئی برقی قوت یا مقناطیسی میدان کی قوت میں اضافہ کے ساتھ بڑھ جاتا ہے۔

جب صرف برقی میدان لگایا جاتا ہے تو الیکٹران اپنے راستے سے انحراف کرتے ہیں اور کیتھوڈ رے ٹیوب سے نقطہ A پر ٹکراتے ہیں۔ اسی طرح جب صرف مقناطیسی میدان لگایا جاتا ہے، تو الیکٹران، کیتھوڈ رے ٹیوب سے نقطہ C پر ٹکراتے ہیں۔ ہوشیاری سے برقی اور مقناطیسی میدانوں کی قوتوں کو متوازن کرنے سے یہ ممکن ہے کہ الیکٹرانوں کو اسی راستے پر واپس لایا جاسکے جو وہ برقی یا مقناطیسی میدان کی غیر موجودگی میں اختیار کرتے ہیں۔ الیکٹرانوں کے راستے میں آئے ہوئے انحراف کی مقدار کی اور اس انحراف کو پیدا کرنے والے برقی و مقناطیسی میدانوں کی قوتوں کی درستگی کے ساتھ پیمائش کرکے، تھامسن نے e/m_e کی قدر معلوم کی:

$$\frac{e}{m_e} = 1.758820 \times 10^{11}\ \text{C kg}^{-1} \quad (2.1)$$

جہاں m_e کلوگرام میں الیکٹران کی کمیت ہے اور e کولمب (C) میں الیکٹران کے برقی چارج کی عددی قدر ہے۔ کیونکہ الیکٹران منفی چارج شدہ ہوتے ہیں، اس لیے الیکٹران پر برقی چارج $-e$ ہے۔

2.1.3 الیکٹران پر برقی چارج (Charge on the Electron)

آر۔اے۔ ملیکن (R.A. Milikan) نے (1906-1914) الیکٹران کے برقی چارج کو معلوم کرنے کا ایک طریقہ نکالا جو تیل بوند تجربہ (Oil Drop Experiment) کہلاتا ہے۔ انھوں نے معلوم کیا کہ الیکٹران کا برقی چارج (-1.6×10^{-19} C) ہے۔ برقی چارج کی موجودہ منظور شدہ قدر $1\text{-}6022 \times 10^{-19}$C ہے۔ الیکٹران کی کمیت، m_e، ان نتائج کو تھامسن کے ذریعہ معلوم کی گئی e/m_e نسبت کے ساتھ ملانے پر معلوم کی گئی:

$$m_e = \frac{e}{e/m_e} = \frac{1.6022 \times 10^{-19}\text{C}}{1.758820 \times 10^{11}\text{C kg}^{-1}}$$

$$= 9.1094 \times 10^{-31}\ \text{kg} \quad (2.2)$$

2.1.4 پروٹان اور نیوٹران کی دریافت (Discovery of Protons and Neutrons)

اصلاح شدہ کیتھوڈ رے ٹیوب میں کیے گئے برقی ڈسچارج نے مثبت چارج شدہ ذرات کی دریافت کی راہ دکھائی، جو کینال شعاعیں (Canal Rays) بھی کہلاتی ہیں۔ ان مثبت چارج شدہ ذرات کی خاصیتوں کی فہرست نیچے دی گئی ہے:

(i) کیتھوڈ شعاعوں کے برخلاف، مثبت چارج شدہ ذرات، کیتھوڈ رے ٹیوب میں موجود گیس کی فطرت پر منحصر ہیں۔ پر یہ صرف مثبت چارج شدہ گیسی آین ہیں۔

(ii) ذرات کے برقی چارج کی ان کی کمیت سے نسبت اس گیس پر منحصر ہے، جس سے وہ نکلتے ہیں۔

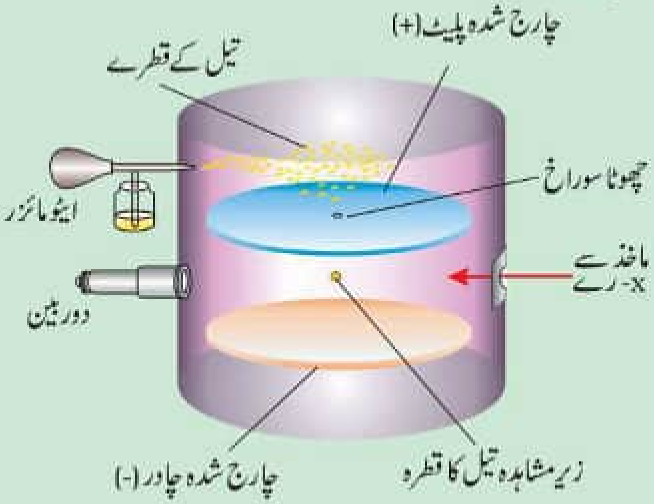
(iii) کچھ مثبت چارج شدہ ذرات پر برقی چارج، برقی چارج کی بنیادی اکائی کے اضعاف (Multiples) ہوتے ہیں۔

(iv) مقناطیسی یا برقی میدان میں ان ذرات کا طرزعمل، الیکٹران یا کیتھوڈ شعاعوں کے مشاہدہ کیے گئے طرزعمل کے برعکس ہوتا ہے۔

سب سے چھوٹا اور سب سے ہلکا مثبت آین، ہائڈروجن سے حاصل کیا گیا اور اسے پروٹان (Proton) کا نام دیا گیا۔ اس مثبت چارج شدہ ذرے کی خاصیتیں 1919 میں معلوم ہوئیں۔ بعد میں، یہ ضرورت محسوس ہوئی کہ ایٹم کے بنیادی اجزائے ترکیبی کے طور پر ایک برقی تعدیلی (Electrically Neutral) ذرہ بھی پایا جانا چاہیے۔ یہ ذرات چاڈوک (Chadwick) (1932) نے دریافت کیے۔ انھوں نے اس دریافت کے لیے بیریلیم (Baryllium) کی ایک پتلی چادر پر α-ذرات کی بوچھار کی۔ جب برقی طور پر تعدیلی ذرات، جن کی کمیت پروٹان کی کمیت سے معمولی سی زیادہ تھی خارج ہوئے تو انہوں نے ان ذرات کو نیوٹران (Neutron) کا نام دیا۔ ان بنیادی ذرات کی اہم خاصیتیں جدول 2.1 میں دی گئی ہیں۔

ملیکن کا تیل بوند طریقہ (Milikan's Oil Drop Method)

اس طریقہ میں تیل کے چھوٹے چھوٹے قطروں کو کہر (Mist) کی شکل میں، جو کہ ایٹومائزر (Atomiser) کے ذریعے پیدا کیے گئے تھے، برقی کنڈنسر (Electrical Condensor) کی اوپری پلیٹ میں ایک چھوٹے سے سوراخ کے ذریعے، داخل ہونے دیا گیا۔ ان قطروں کے ذریعے نیچے کی سمت میں کی گئی حرکت کا مشاہدہ ایک دوربین کے ذریعے کیا گیا جس میں ایک مائیکرومیٹر چشمیہ (Micrometer Eye Piece) لگا ہوا تھا۔ ان قطروں کی نیچے گرنے کی شرح کی پیائش کے ذریعے ملیکن ان قطروں کی کیت معلوم کر سکے۔ چیمبر (Chamber) کے اندر کی ہوا میں سے X- شعاعوں کو گزار کر، آین سازی کر دی گئی۔ ان تیل کے قطروں نے گیسی آینوں سے تصادم (Collision) کے ذریعے برقی چارج حاصل کر لیا۔ ان چارج شدہ تیل کے قطروں کی نیچے گرنے کی رفتار میں ابطا (Retaration) یا اسراع پیدا کیا جا سکتا ہے اور انہیں حالت سکون میں بھی لایا جا سکتا ہے۔ ایسا کر سکنا اس پر منحصر ہے کہ قطروں پر چارج کتنا ہے، اور پلیٹ پر لگائے گئے وولٹیج کی قطبیت (Polarity) اور قدر کیا ہے ہوشیاری کے ساتھ قطروں کی حرکت پر برقی میدان کی قوت کے تیل کے اثر کی پیائش کے ذریعے، ملیکن نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ قطروں پر برقی چارج کی عددی قدر 'q' ہمیشہ برقی چارج کا صحیح عددی ضعف (Integral multiple) ہوتی ہے۔ یعنی کہ:



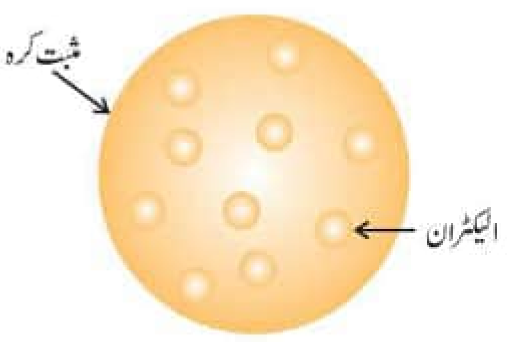
شکل 2.3 چارج 'e' کی پیمائش کے لیے ملیکن تیل بوند آلہ۔ چیمبر میں تیل کے قطرے پر کام کر رہی قوتیں ہیں: کشش ثقل، برقی میدان کی وجہ سے برق سکونی، اور ایك مزوجی کشید قوت (Viscous Drag Force) جو تیل کے قطرے کے حرکت کرنے کے دوران لگتی ہیں۔

2.2 ایٹمی ماڈل (Atomic Models)

پچھلے سیکشن میں بیان کیے گئے تجربات سے حاصل ہونے والے مشاہدات سے یہ نتیجہ اخذ کیا گیا کہ ڈالٹن کا ناقابلِ تقسیم ایٹم، ذیلی ایٹمی ذرات (Sub Atomic Particles) سے مل کر بنا ہے، جن پر منفی اور مثبت برقی چارج ہوتا ہے۔ ایک ایٹم میں ان برقی چارج شدہ ذرات کی تقسیم (Distribution) کی وضاحت کرنے کے لیے مختلف ایٹمی ماڈل تجویز کیے گئے۔ حالانکہ ان میں سے کچھ ماڈل ایٹم کے استحکام (Stability) کی وضاحت نہیں کر سکتے، ہم ذیل میں، ان میں سے جو جے۔ جے۔ تھامسن اور ارنیسٹ رودرفورڈ کے تجویز کردہ دو ماڈلوں سے بحث کر رہے ہیں۔

2.2.1 ایٹم کا تھامسن ماڈل (Thomson Model of Atom)

جے۔ جے۔ تھامسن نے 1898 میں تجویز کیا کہ ایک ایٹم کی شکل کروی (Spherical) ہوتی ہے۔ (نصف قطر، تقریباً 10^{-10}m) جس میں مثبت چارج یکساں طور پر تقسیم ہوتا ہے۔ الیکٹران اس میں اس طرح پیوست ہوتے ہیں کہ زیادہ سے زیادہ مستحکم برقی سکونی ترتیب حاصل ہو سکے (شکل 2.4)۔ اس ماڈل کو کئی مختلف نام دیے گئے ہیں، مثال کے طور پر آلو یہ پڈنگ (Plum Pudding)، ریزن پڈنگ (Raisin Pudding) یا تربوز (Watermillon) ماڈل۔ اس ماڈل کو ہم مثبت چارج کی پڈنگ یا مثبت چارج کا تربوز تصور کر سکتے ہیں، جس میں آلو یہ یا بیج (الیکٹران) پیوست ہوتے ہیں۔ اس ماڈل کی اہم خاصیت یہ ہے کہ اس ماڈل کے مطابق ایتم کی کمیت پورے ایتم میں یکساں طور پر تقسیم هوتی هے۔ حالانکہ یہ ماڈل ایٹم کی مجموعی تعدیلی



شکل 2.4 ایتم کا تھامسن ماڈل

جدول 2.1 بنیادی ذرات کی خاصیتیں

نام	علامت	مطلق برقی چارج (C)	نسبتی برقی چارج	کمیت (کلوگرام)	کمیت (u)	تقریبی کمیت (u)
الیکٹران	e	-1.6022×10^{-19}	-1	9.10939×10^{-31}	0.00054	0
پروٹان	p	-1.6022×10^{-19}	$+1$	1.67262×10^{-27}	1.00727	1
نیوٹران	n	0	0	1.67493×10^{-27}	1.00867	1

(Neutrality) کی وضاحت تو کرسکا لیکن بعد میں کیے گئے تجربات کے نتائج سے ہم آہنگ (Consistent) نہیں تھا۔1906 میں تھامسن کو گیسوں میں برقی ایصال کی نظریاتی اور تجرباتی تحقیقات کے لیے نوبل انعام سے نوازا گیا۔

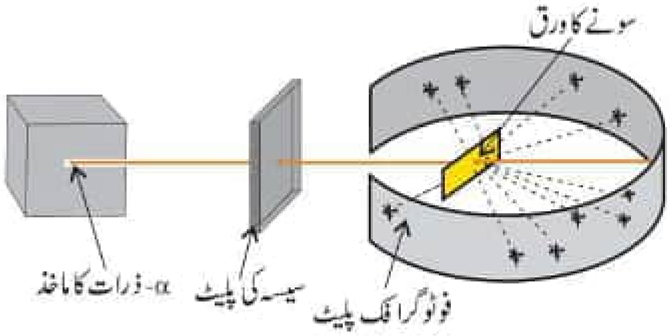
انیسویں صدی کے نصف آخر میں مختلف قسم کی شعاعیں (Rays) دریافت ہوئیں، جو ان کے علاوہ ہیں جن کا ذکر اوپر کیا جاچکا ہے۔ ولہیم رونجن (Wilhalm Roentgen) (1845-1923) نے 1895 میں دکھایا کہ جب الیکٹران، کیتھوڈ رے ٹیوب (Cathode Ray Tube) میں مادے سے ٹکراتے ہیں تو ایسی شعاعیں پیدا ہوتی ہیں جو کہ کیتھوڈ رے ٹیوب کے باہر رکھے ہوئے فلوریسینٹ مادے (Fluorescent) میں فلوریسنس (Fluorescence) پیدا کرسکتی ہے۔ کیونکہ رونجن کو اشعاع (Radiations) کی فطرت کے بارے میں معلوم نہیں تھا، اس نے انہیں x- شعاع کا نام دیا اور یہ نام ابھی بھی رائج ہے۔ یہ مشاہدہ کیا گیا کہ x- شعاعیں موثر طور پر اس وقت پیدا ہوتی ہیں، جب الیکٹران کثیف دھاتی اینوڈ (Dense Metal Anode)، جو ہدف (Targets) کہلاتے ہیں، سے ٹکراتے ہیں۔ یہ شعاعیں برقی اور مقناطیسی میدانوں سے منحرف نہیں ہوتیں اور ان میں مادے سے گزر سکنے کی بہت زیادہ دخولی طاقت (Penetrating Power) ہوتی ہے اور یہی وجہ ہے کہ ان شعاعوں کا استعمال اشیا کے اندرون کا مطالعہ کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ یہ شعاعیں بہت کم طول موج (Wave Length) کی ہوتی ہیں۔ (~0.1nm) اور ان کی برق۔ مقناطیسی (Electromagnetic) خاصیت ہوتی ہے (سیکشن 2.3.1)۔

ہینری بیکوریل (Henri Becqueral) (1852-1908) نے مشاہدہ کیا کہ ایسے عناصر (Elements) ہیں جو اپنے آپ اشعاع کا اخراج کرتے ہیں اور اس مظہر (Phenomenon) کو تابکاری (Radioactivity) کا نام دیا اور یہ عناصر "تابکار عناصر" کہلاتے ہیں۔ یہ دکھایا گیا کہ تین قسم کی شعاعیں خارج ہوتی ہیں، یعنی کہ α، β اور γ شعاعیں خارج ہوتی ہیں۔ رودرفورڈ (Rutherford) نے معلوم کیا کہ α- شعاعیں بہت زیادہ توانائی کے ذرات پر مشتمل ہیں جن پر 2 اکائی مثبت برقی چارج ہوتا ہے اور جن کی کمیت 4 ایٹمی کمیت اکائی (a.m.u.) ہوتی ہے۔ انہوں نے نتیجہ اخذ کیا کہ α- ذرات ہیلیم (Helium) کے نیوکلیس ہیں کیونکہ یہ α- ذرات، 2 الیکٹرانوں کے ساتھ مل کر ہیلیم گیس بناتے ہیں۔ β- شعاعیں، منفی چارج شدہ ذرات ہیں جو الیکٹرانوں جیسی ہی ہیں۔ γ- شعاعیں x- شعاعوں کی طرح اعلیٰ توانائی والے اشعاع ہیں۔ یہ تعدیلی (Neutral) ہیں اور ذرات پر مشتمل نہیں ہوتیں۔ جہاں تک دخولی پاور (Penetrating Power) کا تعلق ہے، α- ذرات کی دخولی پاور سب سے کم ہوتی ہے، اس کے بعد β- شعاعیں آتی ہیں، (α- ذرات کی دخولی قوت کی 100 گنا) اور پھر γ- شعاعیں (α- ذرات کی 1000 گنا)

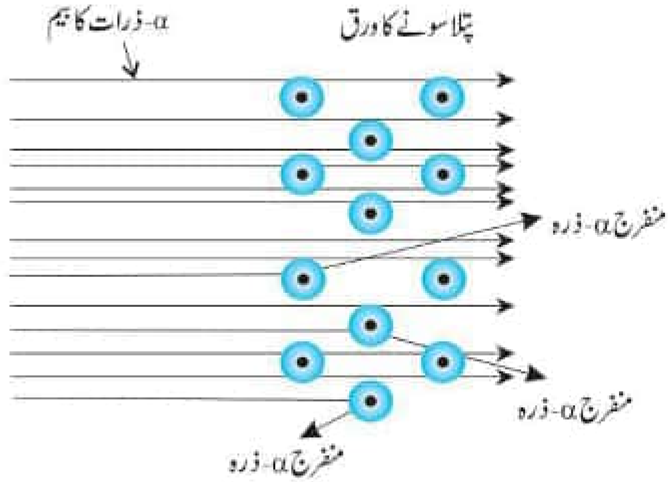
2.2.2 رودرفورڈ کا ایٹم کا نیوکلیائی ماڈل (Rutherford's Nuclear Model of Atom)

رودرفورڈ (Rutherford) اور ان کے شاگردوں ہینس گیگر اور ارنیسٹ مارسڈن (Hans Geiger and Ernest Morsden) نے سونے کے بہت پتلے ورق پر α- ذرات کی بوچھار کی۔ رودرفورڈ کا مشہور α- ذرات انتشار تجربہ (α- Particles Scattering Experiment) شکل 2.5 میں دکھایا گیا ہے۔

ایک تابکار ماخذ سے نکلنے والے بہت زیادہ توانائی کے α- ذرات کے ایک دھارے کو سونے (دھات) کے ایک پتلے ورق (موٹائی ~100m) پر ڈالا جاتا ہے۔ سونے کے پتلے ورق کے اردگرد ایک دائری فلوریسینٹ زنک سلفائڈ پردہ لگا ہوتا ہے۔ جب بھی کوئی α- ذرہ پردے سے ٹکراتا ہے تو اس نقطہ پر روشنی کی ایک معمولی سی چمک پیدا ہوتی ہے۔



A۔ ردرفورڈ کا انتشار تجربہ



B۔ سونے کے ورق کا سالماتی خاکہ

شکل **2.5** ردر فورڈ کے انتشار تجربہ کا خاکہ۔ جب α-ذرات کا ایک بیم ایک پتلے، سونے کے ورق پر ڈالا جاتا ہے۔ تو بیشتر α-ذرات سونے کے ورق سے متاثر ہوئے بغیر ورق سے گذر جاتے ہیں۔لیکن کچھ منفرج ہوجاتے ہیں۔

انتشار تجربہ کے نتائج امید کے بہت برخلاف تھے۔ تھامسن کے ایٹم کے ماڈل کے مطابق، ورق میں سونے کے ہر ایک ایٹم کی کمیت، پورے ایٹم میں یکساں طور پر پھیلی ہونی چاہیے تھی اور α-ذرات میں اتنی توانائی تھی جو کمیت کی ایسی یکساں تقسیم سے سیدھے گزر سکنے کے لیے کافی ہوتی۔ امید یہ تھی کہ ورق سے گزرتے ہوئے، ذرات کی چال آہستہ ہوجائے گی اور ان کی سمت میں تبدیلی صرف چھوٹے زاویوں سے ہی ہوگی۔ یہ مشاہدہ کیا گیا کہ

(i) زیادہ تر α-ذرات سونے کے ورق سے بغیر کسی انفراج کے گزر گئے۔

(ii) α-ذرات کی ایک چھوٹی کسر، چھوٹے زاویوں سے منفرج ہوئی۔

(iii) چند ذرات ہی (20,000 میں سے 1) ٹکرا کر اسی سمت میں واپس لوٹ آئے، یعنی کہ ان میں تقریباً 180° کا انفراج (Deflection) ہوا۔

ان مشاہدات کی بنیاد پر ردرفورڈ نے ایٹم کی ساخت کے بارے میں مندرجہ ذیل نتائج اخذ کیے:

(i) ایٹم میں زیادہ تر جگہ خالی ہے، کیونکہ بیشتر α-ذرات ورق سے بنا منفرج ہوئے گزر گئے۔

(ii) چند مثبت چارج شدہ α-ذرات ہی منفرج ہوئے۔ یہ انفراج یقیناً ایک بڑی دافع قوت (Repulsive force) کی وجہ سے ہوا ہوگا، جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایٹم کا مثبت برقی چارج پورے ایٹم میں یکساں طور پر پھیلا ہوا نہیں تھا، جیسا کہ تھامسن نے مانا تھا۔ یہ مثبت برقی چارج لازمی طور پر ایک بہت چھوٹے حجم میں مرتکز ہونا چاہیے، تبھی وہ مثبت چارج شدہ α-ذرات کو دفع اور منفرج کرسکتا ہے۔

(iii) ردرفورڈ کے ذریعے کی گئی تخمیات سے ظاہر ہوا کہ نیوکلیس کے ذریعے گھیرا گیا حجم، ایٹم کے کل حجم کے مقابلے میں قابلِ نظرانداز حد تک کم ہوتا ہے۔

ایٹم کا نصف قطر تقریباً 10^{-10}m ہے، جبکہ نیوکلیس کا نصف قطر 10^{-15}m ہے۔ ایٹم اور نیوکلیس کے سائز میں اس فرق کو ہم مندرجہ ذیل مثال کے ذریعے بہتر طور پر محسوس کرسکتے ہیں۔ اگر ایک کرکٹ کی گیند نیوکلیس کو ظاہر کرتی ہے تو ایٹم کا نصف قطر تقریباً 5km ہوگا۔

مندرجہ بالا مشاہدات اور نتائج کی بنیاد پر، ردرفورڈ نے ایٹم کا نیوکلیائی ماڈل تجویز کیا (پروٹانوں کی دریافت کے بعد)۔ اس ماڈل کے مطابق:

(i) مثبت چارج اور ایٹم کی بیشتر کمیت بہت ہی چھوٹے خطے میں کثیف طور پر مرتکز ہوتی ہے۔ ایٹم کے اس بہت ہی چھوٹے حصے کو ردرفورڈ نے **نیوکلیس** (Nucleus) کا نام دیا۔

(ii) نیوکلیس الیکٹرانوں سے گھرا ہوتا ہے جو نیوکلیس کے اردگرد بہت تیز رفتار سے دائری راستوں پر، جنھیں **مدار** (Orbit) کہتے ہیں، حرکت کرتے ہیں۔ اس طرح، ردرفورڈ کا ماڈل شمسی نظام سے مشابہت رکھتا ہے، جس میں نیوکلیس سورج کا کردار ادا کرتا ہے اور الیکٹران چکر لگا رہے سیاروں کے رول ادا کرتے ہیں۔

(iii) الیکٹران اور نیوکلیس ایک ساتھ برق سکونی قوتوں کے ذریعے قائم رہتے ہیں۔

2.2.3 ایٹمی عدد اور کمیتی عدد (Atomic Number and Mass Number)

نیوکلیس میں مثبت برقی چارج کی موجودگی، نیوکلیس میں پائے جانے والے پروٹانوں کی وجہ سے ہوتی ہے۔ جیسا کہ پہلے ثابت کیا جا چکا ہے، پروٹان کا برقی چارج الیکٹران کے برقی چارج کے مساوی اور مخالف ہوتا ہے۔ نیوکلیس میں موجود پروٹانوں کی تعداد ایٹمی عدد (Atomic Number) (Z) کے مساوی ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر، ہائڈروجن کے نیوکلیس میں پروٹانوں کی تعداد 1 ہے، سوڈیم ایٹم میں 11 ہے، اس لیے ان کے ایٹمی عدد، بالترتیب، 1 اور 11 ہیں۔ برقی معادلت کو برقرار رکھنے کے لیے، ایک ایٹم میں الیکٹرانوں کی تعداد، پروٹانوں کی تعداد کے مساوی ہوتی ہے (ایٹمی عدد Z)۔ مثلاً ہائڈروجن ایٹم اور سوڈیم ایٹم میں الیکٹرانوں کی تعداد، بالترتیب، 1 اور 11 ہے۔

ایک ایٹم کے نیوکلیس میں پروٹانوں کی تعداد = ایٹمی عدد (Z)
ایک تعدیل ایٹم میں الیکٹرانوں کی تعداد = (2.3)

جبکہ نیوکلیس کا مثبت برقی چارج پروٹانوں کی وجہ سے ہوتا ہے، نیوکلیس کی کمیت پروٹانوں اور نیوٹرانوں کی وجہ سے ہوتی ہے۔ جیسا کہ پہلے بھی بتایا جا چکا ہے، نیوکلیس میں موجود پروٹانوں اور نیوٹرانوں کو مشترکہ طور پر نیوکلیان (Nucleons) کہتے ہیں۔ نیوکلیانوں کی کل تعداد کو ایٹم کا کمیتی عدد (Mass Number) کہتے ہیں۔

نیوٹرانوں کی تعداد (n) + پروٹانوں کی تعداد (Z) = کمیتی عدد (A)

(2.4)

2.2.4 آئسوبار اور آسوٹوپ (Isobars and Isotopes)

کسی بھی ایٹم کی ترکیب (Composition) کو اس کے معیاری عنصر کی علامت (X) کو استعمال کرکے ظاہر کیا جاتا ہے، جس کے اوپر کی جانب بائیں کونے پر ایٹمی کمیت عدد (A) اور نیچے کی جانب بائیں کونے پر ایٹمی عدد Z لکھا جاتا ہے (یعنی کہ $^{A}_{Z}X$)۔

آئسوبار وہ ایٹم ہیں، جن کا کمیتی عدد یکساں ہوتا ہے لیکن ایٹمی عدد مختلف ہوتا ہے، مثال کے طور پر $^{14}_{6}C$ اور $^{14}_{7}N$۔ دوسری طرف ایسے ایٹم، جن کے ایٹمی عدد یکساں ہوتے ہیں اور کمیتی عدد مختلف ہوتے ہیں، آئسوٹوپ (Isotopes) کہلاتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں (مساوات 2.4 کے مطابق)، یہ ظاہر ہے کہ آئسوٹوپ میں فرق، ان کے نیوکلیس میں موجود نیوٹرانوں کی مختلف تعداد کی وجہ سے ہے۔ مثال کے طور پر، اگر ہم ہائڈروجن ایٹم پر ہی دوبارہ غور کریں تو ہائڈروجن کے 99.985% ایٹموں میں صرف ایک پروٹان ہوتا ہے۔ یہ آئسوٹوپ **پروٹیم** ($^{1}_{1}H$) کہلاتا ہے۔ ہائڈروجن ایٹم کی باقی بچی فیصد میں دو مزید آئسوٹوپ ہوتے ہیں۔ ایک وہ جس میں ایک پروٹان اور ایک نیوٹران ہوتا ہے اور جسے **ڈیوٹیریم** (Deuterium) ($^{2}_{1}D$, 0.015%) اور دوسرا وہ جس میں ایک پروٹان اور 2 نیوٹران ہوتے ہیں اور جسے **ٹرائی ٹیم** (Tritium) کہتے ہیں۔ آخرالذکر آئسوٹوپ زمین پر بہت کم مقدار میں پایا جاتا ہے۔ عام طور سے پائے جانے والے کچھ اور آئسوٹوپ کی مثالیں ہیں: کاربن کے ایٹم، جن میں 6 پروٹانوں کے ساتھ ساتھ 6، 7 یا 8 نیوٹران پائے جاتے ہیں ($^{12}_{6}C$, $^{13}_{6}C$, $^{14}_{6}C$)۔ کلورین کے ایٹم، جن میں 17 پروٹانوں کے ساتھ 18 اور 20 نیوٹران پائے جاتے ہیں ($^{35}_{17}Cl$, $^{37}_{17}Cl$)۔

آخر میں آئسوٹوپ سے متعلق ایک اہم نکتہ، جس کا ذکر کیا جانا چاہیے، یہ ہے کہ ایٹموں کی کیمیائی خاصیتیں الیکٹرانوں کی تعداد سے کنٹرول ہوتی ہیں، جو نیوکلیس میں پروٹانوں کی تعداد سے معلوم کیے جاسکتے ہیں۔ ایک نیوکلیس میں موجود نیوٹرانوں کی تعداد سے ایک عنصر کی کیمیائی خاصیتوں پر بہت کم اثر پڑتا ہے۔ اس لیے، ایک عنصر کے تمام آئسوٹوپ یکساں کیمیائی طرز عمل کا اظہار کرتے ہیں۔

مسئلہ 2.1

$^{80}_{35}Br$ میں پروٹان اور الیکٹرانوں کی تعداد کا حساب لگائیے۔

حل

اس صورت میں:

$^{80}_{35}Br$, Z = 35 A = 80

کیونکہ نوع تعدیلی ہے۔

پروٹانوں کی تعداد = الیکٹرانوں کی تعداد = Z = 35

نیوٹرانوں کی تعداد $= 80 - 35 = 45$

(مساوات 2.4)

مسئلہ 2.2

ایک نوع (Species) میں الیکٹرانوں، پروٹانوں اور نیوٹرانوں کی تعداد بالترتیب 18، 16 اور 16 ہے۔ نوع کو مناسب علامت سے ظاہر کیجیے۔

حل

ایٹمی عدد پروٹانوں کی تعداد کے برابر ہے یعنی 16۔ عنصر سلفر (S) ہے۔

نیوٹرانوں کی تعداد + پروٹانوں کی تعداد = ایٹمی کمیت عدد

$= 16 + 16 = 32$

نوع، تعدیلی نہیں ہے، کیونکہ پروٹانوں کی تعداد الیکٹرانوں کی تعداد کے مساوی نہیں ہے۔ یہ این آین (منفی چارج شدہ) ہے، جس کا چارج اضافی الیکٹرانوں کے مساوی ہے،

یعنی کہ: $18 - 16 = 2$

علامت ہے $^{32}_{16}S^{2-}$

نوٹ: علامت $^{A}_{Z}X$ استعمال کرنے سے پہلے، معلوم کیجیے کہ نوع معادل ایٹم ہے، ایک مثبت آین ہے یا منفی آین ہے۔ اگر یہ تعدیلی ایٹم ہے تو مساوات (2.3) درست ہے، یعنی کہ ایٹمی عدد = الیکٹرانوں کی تعداد = پروٹانوں کی تعداد، اگر نوع ایک آین ہے تو معلوم کیجیے کہ آیا پروٹانوں کی تعداد الیکٹرانوں کی تعداد سے زیادہ ہے (مثبت آین) یا کم (منفی آین)۔ نیوٹرانوں کی تعداد ہمیشہ (A-Z) سے حاصل ہوگی، چاہے نوع تعدیلی ہو یا آین ہو۔

2.2.5 رودرفورڈ ماڈل کی خامیاں (Drawbacks of Rutherford Model)

رودرفورڈ کا نیوکلیائی ماڈل برائے ایٹم ایک چھوٹے پیمانے کے شمسی نظام کی طرح ہے، جس میں نیوکلیس، وزنی سورج کا کردار ادا کرتا ہے اور الیکٹران مقابلتاً ہلکے سیاروں کی طرح ہیں۔ مزید الیکٹران اور نیوکلیس کے درمیان کولمب قوت (kq_1q_2/r^2)، جہاں q_1 اور q_2 برقی چارج ہیں، r برقی چارجوں کے درمیان کا فاصلہ ہے اور k تناسبیت کا مستقلہ ہے)، ریاضیاتی طور پر کشش قوت $\left(G.\frac{m_1m_2}{r^2}\right)$ کے مشابہ ہے، جہاں m_1 اور m_2 کمیتیں ہیں، r کمیتوں کے درمیان کا فاصلہ ہے اور G کشش ثقل کا مستقلہ ہے۔ جب شمسی نظام پر * کلاسیکی میکینکس کا اطلاق کیا جاتا ہے تو یہ ظاہر ہوتا ہے کہ سیارے، سورج کے گرد، بہ خوبی معرف مدار بناتے ہیں۔ اس نظریہ (Theory) سے سیاروں کے مدار اور تجرباتی پیمائشوں سے ان کے اتفاق کی درستگی صحت کے ساتھ تحسیب کی جاسکتی ہے۔ شمسی نظام اور نیوکلیائی ماڈل میں مشابہت یہ تجویز کرتی ہے کہ الیکٹرانوں کو بھی نیوکلیس کے گرد بہ خوبی معرف مداروں میں حرکت کرنا چاہیے۔ لیکن، جب کوئی جسم ایک مدار میں گھومتا ہے، تو اس میں اسراع پیدا ہوتا ہے (اگر ایک مدار میں کوئی جسم مستقل چال سے بھی حرکت کررہا ہو، تو سمت کی تبدیلی کی وجہ سے اس میں اسراع پیدا ہونا لازمی ہے)۔ اس کا مطلب ہے کہ نیوکلیائی ماڈل کے مطابق ایک الیکٹران جو سیاروں کے جیسے مدار میں حرکت کررہا ہے، اس پر اسراع کام کررہا ہے۔ میکسویل (Maxwell) کے برق مقناطیسی نظریہ (Electromagnetic Theory) کے مطابق چارج شدہ ذرات، جب اسراع پذیر ہوتے ہیں تو انھیں برق مقناطیسی اشعاع خارج کرنا چاہیے (یہ خاصیت سیاروں میں نہیں پائی جاتی کیونکہ وہ چارج شدہ نہیں ہیں)۔ اس لیے ایک مدار میں حرکت کرتا ہوا ایک الیکٹران اشعار خارج کرے گا، اور اشعاع کے ذریعے خارج ہوئی توانائی، الیکٹرانی حرکت سے حاصل ہوگی۔ اس لیے مدار لگاتار سکڑتا رہے گا۔ تحسیبات سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایک الیکٹران صرف 10^{-8} s میں چکر کھاتے کھاتے نیوکلیس میں گر پڑے گا۔ لیکن ایسا نہیں ہوتا۔ اس لیے رودرفورڈ ماڈل ایٹم کے استحکام (Stability) کی وضاحت نہیں کرسکتا۔ اگر ہم الیکٹران کی حرکت کو کلاسیکی میکینکس اور برق مقناطیسی نظریہ کی بنیاد پر بیان کرتے ہیں تو آپ سوال کرسکتے ہیں کہ اگر الیکٹرانوں کی حرکت کی وجہ سے ایٹم غیر مستحکم ہورہا ہے تو کیوں نہ نیوکلیس کے گرد الیکٹرانوں کو ساکت (Stationary) مان لیا جائے۔ اگر الیکٹران ساکت ہوتے تو کثیف

*کلاسیکی میکینکس ایک نظریاتی سائنس ہے جو نیوٹن کے حرکت کے قوانین پر مبنی ہے۔ یہ کلاں اجسام (Macroscopic Bodies) کی حرکت کے قوانین کا تعین کرتی ہے۔

نیوکلیس اور الیکٹرانوں کے مابین برق سکونی کشش، الیکٹرانوں کو نیوکلیس کی طرف کھینچ لے گی اور ہمیں تھامسن ماڈل کی ایک چھوٹی شکل ہی حاصل ہوگی۔

رودرفورڈ ماڈل کی ایک اور بڑی خامی یہ ہے کہ یہ ایٹم کی الیکٹرانی بناوٹ کے بارے میں کچھ نہیں بتاتا۔ یعنی کہ، نیوکلیس کے گرد الیکٹرانوں کی تقسیم کس طرح ہے اور ان الیکٹرانوں کی توانائیاں کیا ہوتی ہیں۔

2.3 ایٹم کے بوہر ماڈل کی راہ دکھانے والے انکشافات (Developments Leading to the Bohr's Model of Atom)

تاریخی طور پر، اشعاع کے مادے کے ساتھ ہونے والے باہمی عملوں کے مطالعے سے حاصل کیے گئے نتائج نے سالمات اور ایٹموں کی ساخت کے بارے میں بہت معلومات مہیا کی ہے۔ نیلس بوہر (Neils Bohr) نے ان نتائج کو استعمال کر کے، ردرفورڈ کے تجویز کردہ ماڈل کو بہتر بنایا۔ ایٹم کے بوہر ماڈل کی تشکیل میں دو انکشافات نے بڑا رول ادا کیا۔ یہ ہیں:

(i) برق مقناطیسی اشعاع کا دہرا کردار (Dual Character)، جس کا مطلب ہے کہ اشعاع میں موج (Wave) اور ذرہ (Particle) جیسی دونوں خاصیتیں پائی جاتی ہیں۔

(ii) ایٹمی طیف (Atomic Spectra) سے متعلق تجرباتی نتائج، جن کی وضاحت، ایٹم میں صرف کوانٹی (سیکشن 2.4) الیکٹرانی انرجی لیول (Quantised Electronic Energy Levels) فرض کر کے ہی کی جاسکتی ہے۔

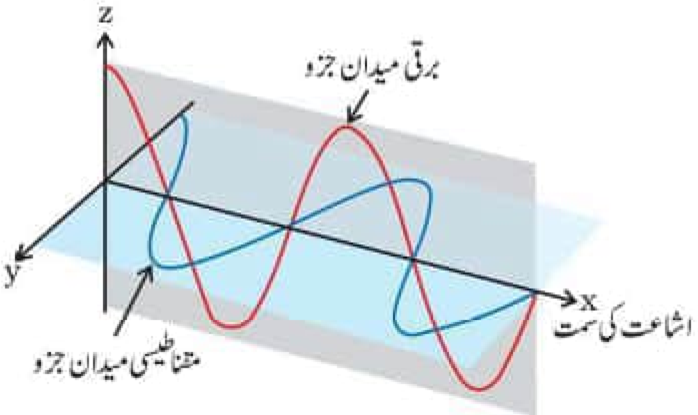
2.31 برق مقناطیسی اشعاع کی لہر فطرت (Wave Nature of Electromagnetic Radiation)

جیمس میکسویل (James Maxwell) (1870) وہ پہلے شخص تھے جنھوں نے چارج شدہ اجسام کے مابین باہمی عمل اور برقی و مقناطیسی میدانوں کے طرز عمل کی میکروواسکوپک سطح پر تفصیلی وضاحت کی۔ انھوں نے تجویز کیا کہ جب برقی چارج شدہ ذرات، اسراع کے ساتھ حرکت کرتے ہیں تو متبادل (Alternating) برقی اور مقناطیسی میدان پیدا ہوتے ہیں اور ترسیل ہوتے ہیں۔ یہ میدان، لہروں کی شکل میں ترسیل ہوتے ہیں جو برق۔ مقناطیسی لہریں (Electromagnetic Waves) یا برق مقناطیسی اشعاع (Electromagnetic Radiation) کہلاتی ہیں۔

زمانہ قدیم سے یہ معلوم ہے کہ روشنی بھی اشعاع کی ایک شکل ہے اور اس کی طبع کے بارے میں قدیم زمانے سے ہی اندازے لگائے جاتے رہے ہیں۔ پہلے (نیوٹن) سمجھا جاتا تھا کہ روشنی ذرات (ذریچوں) (Corpuscles) سے مل کر بنی ہے۔ انیسویں صدی میں ہی روشنی کی لہر فطرت (Wave Nature) تسلیم کی جاسکی۔

میکسویل ہی پھر وہ پہلے شخص تھے جنھوں نے یہ دکھایا کہ روشنی کی لہریں، اہتزازی برقی اور مقناطیسی کردار کی حامل ہیں (شکل 2.6)۔ حالانکہ برق مقناطیسی لہر حرکت اپنی طبع کے لحاظ سے پیچیدہ ہے یہاں ہم کچھ سادہ خاصیتیں ہی ملاحظہ کریں گے۔

i) اہتزاز کر رہے چارج شدہ ذرات سے پیدا ہونے والے اہتزازی برقی و مقناطیسی میدان، ایک دوسرے پر عمودی ہوتے ہیں اور یہ دونوں موج کی اشاعت کی سمت پر عمودی ہوتے ہیں۔ برق مقناطیسی لہر کی ایک سادہ تصویر شکل 2.6 میں دکھائی گئی ہے۔



شکل 2.6 ایک برق مقناطیسی لہر کے برقی و مقناطیسی جزو۔ ان اجزا کی طولِ موج، سرعت، چال اور وسعت یکساں ہوتی ہے، لیکن یہ دو باہم عمودی مستویوں میں ارتعاش کرتے ہیں۔

(ii) آواز کی لہروں اور پانی کی لہروں کے برخلاف، برق مقناطیسی لہروں کو میڈیم (Medium) کی ضرورت نہیں ہوتی اور یہ ویکیوم (Vacuum) میں حرکت کر سکتی ہیں۔

(iii) یہ اب اچھی طرح ثابت ہو چکا ہے کہ برق مقناطیسی اشعاع کی کئی قسمیں ہیں، جو ایک دوسرے سے طولِ موج یا سرعت میں مختلف ہوتی ہیں۔ یہ برق مقناطیسی طیف (Electromagnetic Spectrum) تشکیل دیتی ہیں (شکل 2.7)۔ طیف کے مختلف

علاقے مختلف ناموں سے شناخت کیے جاتے ہیں۔ کچھ مثالیں ہیں: ریڈیو فریکوئنسی خطّہ جو 10^{6} Hz کے آس پاس ہوتا ہے اور جس کا استعمال نشریات میں کیا جاتا ہے، مائیکرو ویو (Microvave) خطّہ، جو 10^{10} Hz کے آس پاس ہوتا ہے اور راڈار (Radar) میں استعمال ہوتا ہے، انفراریڈ (Infrared) خطّہ جو 10^{13} Hz کے آس پاس ہوتا ہے اور جس کا استعمال گرم کرنے میں ہوتا ہے، الٹراوائلٹ (Ultraviolet) خطّہ جو 10^{6}Hz کے آس پاس ہے اور سورج کی شعاعوں کا ایک جزو ہے۔ 10^{16}Hz کے آس پاس ایک چھوٹا سا خطّہ وہ ہے جو عام طور سے مرئی روشنی (Visible Region) کہلاتا ہے۔ صرف یہی وہ حصہ ہے جسے ہماری آنکھیں دیکھ سکتی ہیں (یا شناس کرسکتی ہیں)۔ غیر مرئی اشعاع کی شناس کے لیے خاص آلات درکار ہوتے ہیں۔

(iv) برق مقناطیسی اشعاع کو ظاہر کرنے کے لیے مختلف قسم کی اکائیاں استعمال ہوتی ہیں۔

ان اشعاع کی خاصیتیں ہیں: فریکوئنسی (ν) اور طولِ موج (λ)

فریکوئنسی کی S1 اکائی ہرٹز (Hz, S^{-1}) ہے جو ہیزک ہرٹز کے نام پر رکھی گئی ہے۔

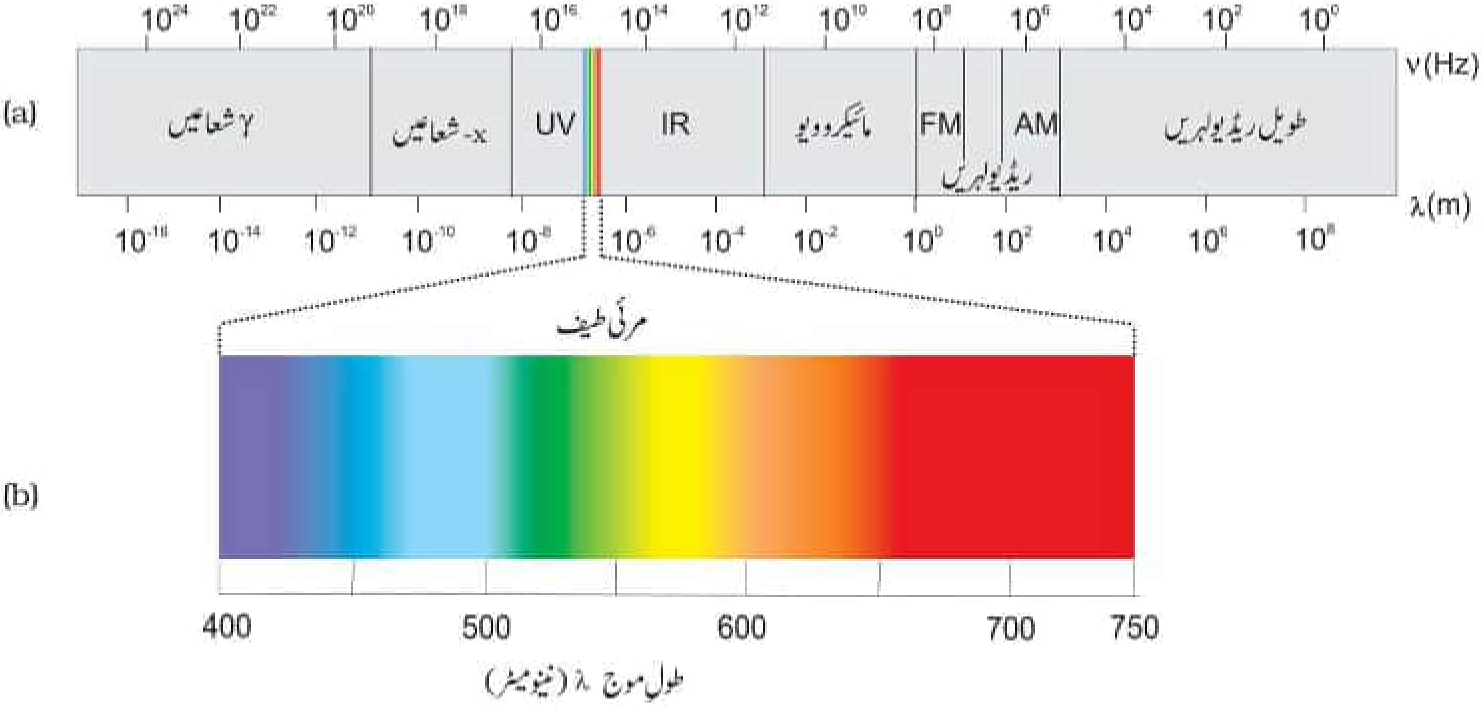
ایک ہرٹز کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ لہروں کی وہ تعداد ہے جو ایک دیے ہوئے نقطے سے ایک سیکنڈ میں گزرتی ہیں۔

طولِ موج کی اکائی، لمبائی کی اکائی ہونا چاہیے اور جیسا کہ آپ جانتے ہیں لمبائی کی اکائی میٹر (m) ہے۔ کیونکہ برق مقناطیسی لہریں مختلف قسم کی لہروں پر مشتمل ہوتی ہیں، جن کی طولِ موج میٹر سے بہت کم ہوتی ہے، اس لیے چھوٹی اکائیاں استعمال کی جاتی ہیں۔ شکل 2.7 میں برق مقناطیسی اشعاع کی مختلف قسمیں دکھائی گئی ہیں، جو ایک دوسرے سے طولِ موج اور فریکوئنسی میں مختلف ہیں۔

ویکوم میں ہر قسم کی برق مقناطیسی لہریں، طولِ موج سے قطع نظر، یکساں چال سے سفر کرتی ہیں، یعنی کہ $3.0 \times 10^{8}\ m\ s^{-1}$ (درستگی صحت کے ساتھ، $2.997925 \times 10^{8}\ m\ s^{-1}$) یہ روشنی کی چال کہلاتی ہے اور اسے علامت 'c' دی گئی ہے۔ فریکوئنسی (ν) طولِ موج (λ) اور روشنی کی رفتار (c)، مساوات 2.5 کے مطابق ایک دوسرے سے منسلک ہیں:

$$c = \nu \lambda \qquad (2.5)$$

اسپیکٹرو اسکوپی (Spectroscopy) میں عام طور سے استعمال ہونے والی ایک اور مقدار ہے، لہر عدد (Wave Number) اس کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ لہر عدد طول موج کی تعداد فی اکائی لمبائی ہے۔ اس کی اکائی طولِ موج کی اکائی کا مقلوب (Reciprocal) ہے، یعنی کہ m^{-1} ۔ حالانکہ عام طور سے استعمال ہونے والی اکائی cm^{-1} ہے (جو S1 اکائی نہیں ہے)۔



شکل 2.7 (a) برقی مقناطیس اشعاع کا طیف (b) مرئی طیف۔ مرئی خطّہ کل طیف کا صرف ایک چھوتا حصّہ ہے۔

مسئلہ 2.3

آل انڈیا ریڈیو دہلی کا وودھ بھارتی اسٹیشن 1.368 kHz کی فریکوئنسی پر نشر ہوتا ہے۔ ٹرانسمیٹر سے خارج ہونے والے برق مقناطیسی اشعاع کی طولِ موج کا حساب لگائیے۔ یہ برق مقناطیسی طیف کے کس خطّے سے تعلق رکھتا ہے۔

حل

طولِ موج λ، c / ν کے مساوی ہے جہاں c ویکوم میں برق مقناطیسی اشعاع کی رفتار ہے اور ν فریکوئنسی ہے۔ دی ہوئی قیمتوں کو رکھنے پر، ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$= \frac{3.00 \times 10^{8}\,\text{m s}^{-1}}{1368\ \text{kHz}}$$

$$= \frac{3.00 \times 10^{8}\,\text{m s}^{-1}}{1368 \times 10^{3}\,\text{s}^{-1}}$$

$$= 219.3\,\text{m}$$

یہ ریڈیو لہر طولِ موج کی نمائندہ طولِ موج ہے۔

مسئلہ 2.4

مرئی طیف کی طولِ موج کی رینج وائلٹ (Violet) (400nm) سے سرخ (750 nm) تک ہے۔ ان طولِ موج کو فریکوئنسی (Hz) میں ظاہر کیجیے۔ ($1\text{nm} = 10^{-9}$ m)

حل

مساوات 2.5 استعمال کرتے ہوئے، وائلٹ روشنی کی فریکوئنسی

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^{8}\,\text{m s}^{-1}}{400 \times 10^{-9}\,\text{m}}$$

$$= 7.50 \times 10^{14}\ \text{Hz}$$

سرخ روشنی کی فریکوئنسی

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^{8}\,\text{m s}^{-1}}{750 \times 10^{-9}\,\text{m}} = 4.00 \times 10^{14}\ \text{Hz}$$

فریکوئنسی اکائیوں کے اعتبار سے مرئی طیف کی رینج 4.0×10^{14} سے 7.5×10^{14}Hz تک ہے۔

مسئلہ 2.5

حساب لگائیے: (a) لہر عدد اور (b) فریکوئنسی کا، اس پیلی اشعاع کے لیے جس کا طولِ موج 5800 Å ہے

حل

(a) لہر عدد ($\bar{\nu}$) کی تحسیب:

$$\lambda = 5800\text{Å} = 5800 \times 10^{-8}\ \text{cm}$$

$$= 5800 \times 10^{-10}\ \text{m}$$

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{5800 \times 10^{-10}\ \text{m}}$$

$$= 1.724 \times 10^{6}\,\text{m}^{-1}$$

$$= 1.724 \times 10^{4}\ \text{cm}^{-1}$$

(b) فریکوئنسی (ν) کی تحسیب:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}\ \text{m s}^{-1}}{5800 \times 10^{-10}\ \text{m}} = 5.172 \times 10^{14}\ \text{s}^{-1}$$

2.3.2 برق مقناطیسی اشعاع کی ذراتی فطرت: پلانک کا کوانٹم نظریہ

(Particle Nature of Electromagnetic Radiation: Planck's Quantum Theory)

کچھ تجرباتی مظاہر، جیسے انصراف* (Diffraction) اور تداخل** (Interference) وغیرہ کی، وضاحت برق مقناطیسی اشعاع کی لہر-فطرت کے ذریعے کی جا سکتی ہے۔ لیکن ذیل میں جو مشاہدات دیے جا رہے ہیں، وہ ان میں سے چند مشاہدات ہیں جن کی انیسویں صدی کی

* انصراف، ایک رکاوٹ کے اردگرد موج کا مڑنا ہے۔

** تداخل، یکساں یا مختلف فریکوئنسی کی دو لہروں کا ایسا اتحاد (combination) ہے جو ایک ایسی موج دیتا ہے جس کا اسپیس میں ہر ایک نقطے پر بٹاؤ اس نقطہ پر ہر ایک تداخلی موج کے ذریعہ پیدا ہونے والے خلل کا الجبری یا ویکٹر حاصل جمع ہوتا ہے۔

طبیعیات (جو کلاسیکی طبیعیات کہلاتی ہے) کے برق مقناطیسی نظریہ کی مدد سے بھی وضاحت نہیں کی جاسکتی۔

(i) گرم اجسام سے خارج ہونے والے اشعاع کی طبع (سیاہ۔جسم اشعاع)۔

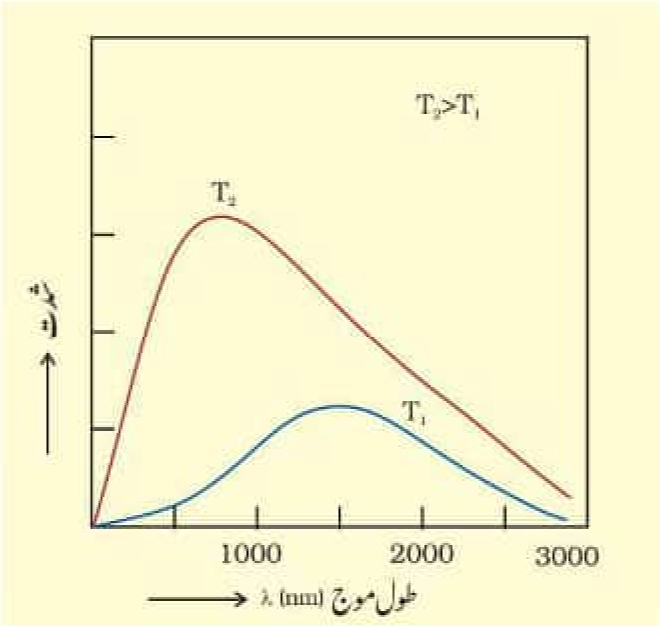
(ii) دھاتی سطح سے اشعاع کے ٹکرانے پر، الیکٹرانوں کا خارج ہونا (ضیا برقی اثر Photo Electric Effect)۔

(iii) درجہ حرارت کے تفاعل کے طور پر ٹھوس اشیا کی حرارتی گنجائش میں تغیر۔

(iv) ایٹموں کے خطی طیف (Line Spectra)، خاص طور سے ہائڈروجن کے حوالے سے۔

یہ بات قابلِ توجہ ہے کہ سیاہ۔جسم اشعاع کے مظہر کی ٹھوس وضاحت سب سے پہلے میکس پلانک (Max Planck) نے 1900 میں کی۔ یہ مظہر ذیل میں بیان کیا جارہا ہے۔

جب ٹھوس اشیا کو گرم کیا جاتا ہے تو وہ اشعاع خارج کرتی ہیں، جس کی طولِ موج کی رینج بہت زیادہ ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر، جب ایک لوہے کی چھڑ کو ایک بھٹی میں گرم کیا جاتا ہے، تو پہلے اس کا رنگ ہلکا سرخ ہوتا ہے اور پھر جیسے جیسے درجہ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے، سرخی بھی بتدریج بڑھتی جاتی ہے۔ پھر جب چھڑ کو مزید گرم کیا جاتا ہے، تو خارج ہونے والی شعائیں سفید ہوجاتی ہیں۔اور پھر درجہ حرارت بہت زیادہ ہوجاتا ہے تو نیلی ہوجاتی ہیں۔فریکوئنسی (Frequency) کے لحاظ سے ہم کہہ سکتے ہیں کہ اس کا مطلب ہے خارج ہونے والی شعاعوں کی فریکوئنسی بھی، درجہ حرارت میں اضافہ کے ساتھ، کم قدر سے زیادہ قدر کی طرف تبدیل ہوتی ہے۔ سرخ رنگ، برق مقناطیسی طیف کے کم فریکوئنسی خطّے میں آتا ہے۔ جبکہ نیلے رنگ کا تعلق مقابلتاً زیادہ فریکوئنسی خطّے سے ہے۔ وہ "مثالی جسم" (Ideal body) جو تمام فریکوئنسی کو خارج کرتا ھے اور جذب کرتا ھے، سیاہ جسم کہلاتا ھے اور ایسے جسم کے ذریعے خارج کیا گیا اشعاع، سیاہ جسم اشعاع کہلاتا ھے۔ سیاہ جسم سے خارج ہوئے اشعاع کی بالکل صحیح فریکوئنسی تقسیم (یعنی اشعاع کی شدت بمقابلہ فریکوئنسی منحنی) صرف اس کے درجہ حرارت پر منحصر ہے۔ ایک دیے ہوئے درجہ حرارت پر، خارج ہونے والے اشعاع کی شدت میں طولِ موج میں کمی کے ساتھ اضافہ ہوتا ہے، پھر ایک دیے ہوئے طولِ موج پر اس کی قدر بہت زیادہ (Maximum) ہوجاتی ہے اور پھر طولِ موج میں مزید کمی کے ساتھ یہ بھی کم ہونے لگتی ہے جیسا کہ شکل 2.8 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 2.8 طول موج – شدت رشتہ

مندرجہ بالا تجرباتی نتائج کی، روشنی کے لہر نظریہ کی بنیاد پر خاطر خواہ وضاحت نہیں کی جاسکی۔ پلانک نے تجویز کیا کہ ایٹم اور سالمات صرف مجزٔ مقداروں (Discrete quantities) میں ہی توانائی خارج یا جذب کرسکتے ہیں اور ایک لگاتار سلسلے کی شکل میں نہیں، جیسا کہ اس وقت مقبول تصور تھا۔ پلانک نے توانائی کی اس کم ترین مقدار کو جو برق مقناطیسی اشعاع کی شکل میں خارج یا جذب ہوسکتی ہے، کوانٹم (Quantum) کا نام دیا۔ اشعاع کے ایک کوانٹم کی توانائی (E) اس کی فریکوئنسی (ν) کے متناسب ہے اور مساوات 2.6 سے ظاہر کی جاتی ہے:

$$E = h\nu \qquad (2.6)$$

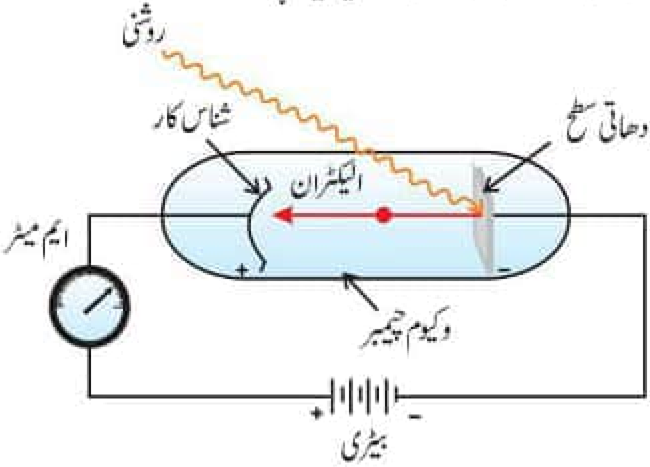
تناسبیت مستقلہ 'h' پلانک مستقلہ (Plank's Constant) کہلاتا ہے اور اس کی قدر ہے: 6.626×10^{-34} Js

اس نظریہ کے ذریعے پلانک، مختلف درجۂ حرارت پر، سیاہ جسم سے خارج ہونے والے اشعاع کی شدت کی تقسیم کی فریکوئنسی یا طولِ موج کے تفاعل کے طور پر وضاحت کرنے میں کامیاب ہوئے۔

ضیا برقی اثر *(Photoelectric Effect)*

1887 میں، ایچ۔ ہرٹز (H-Hertz) نے ایک بہت دلچسپ تجربہ کیا۔ اس تجربہ میں، جب کچھ خاص دھاتوں (مثال کے طور پر پوٹاشیم، روبیڈیم،

سیزیم وغیرہ) پر روشنی کا ایک بیم ڈالا گیا تو الیکٹران (یا برقی کرنٹ) خارج ہوئے، جیسا کہ شکل 2.9 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 2.9 ضیا برقی اثر کا مطالعہ کرنے کے لیے آلات۔ ایک مخصوص فریکوئنسی کی روشنی، ویکیوم چیمبر میں رکھی ہوئی صاف دھاتی سطح سے ٹکراتی ہے، دھات سے الیکٹران خارج ہوتے ہیں اور ایک شناس کار کے ذریعے ان کو شمار کیا جاتا ہے جو ان کی حرکی توانائی کی پیمائش کرتا ہے۔

میکس پلانک (1858-1947)



میکس پلانک، ایک جرمن طبیعات داں، نے 1879 میں میونخ یونیورسٹی (Munich University) سے نظریاتی طبیعات میں ڈاکریٹ حاصل کی۔ 1888 میں انھیں برلن یونیورسٹی میں انسٹی ٹیوٹ آف تھیوریٹکل فزکس کا ڈائریکٹر مقرر کیا گیا۔ پلانک کو 1918 میں ان کے کوانٹم نظریہ کے لیے طبیعات کا نوبل انعام دیا گیا۔ پلانک نے تھرموڈائنمکس (Thermodynamics) اور طبیعات کی دوسری شاخوں میں بھی اہم تعاون کیا۔

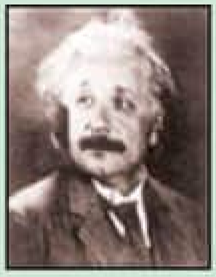
یہ مظہر ضیا برقی اثر کہلاتا ہے اس تجربہ میں مشاہدہ کیے گئے نتائج ہیں:

(i) دھات کی سطح سے الیکٹران، روشنی کی شعاع کے سطح سے ٹکراتے ہی نکلنے لگتے ہیں، یعنی کہ روشنی کی شعاع کے دھات کی سطح سے ٹکرانے اور سطح سے الیکٹرانوں کے خارج ہونے میں کوئی درمیانی وقفہ نہیں ہوتا۔

(ii) خارج ہونے والے الیکٹرانوں کی تعداد روشنی کی شدت یا چمک (Brightness) کے متناسب ہے۔

(iii) ہر دھات کے لیے ایک مخصوص کم سے کم فریکوئنسی (جسے دہلیز فریکوئنسی (Threshold Frequency) بھی کہتے ہیں)، ν_0 ہے جس سے کم فریکوئنسی پر ضیا برقی اثر نہیں دیکھا جاسکتا۔ $\nu > \nu_0$ پر خارج ہوئے الیکٹران کسی حرکی توانائی کے ساتھ باہر آتے ہیں۔ ان الیکٹرانوں کی حرکی توانائیوں میں استعمال کی جانے والی روشنی کی فریکوئنسی میں اضافہ کے ساتھ اضافہ ہوتا ہے۔

اوپر دیے ہوئے تمام نتائج کی، کلاسیکی طبیعیات کے قوانین کی بنیاد پر وضاحت نہیں کی جاسکی۔ کلاسیکی طبیعیات کے مطابق روشنی کی شعاع کی توانائی روشنی کی چمک پر منحصر ہے۔ یہ مشاہدہ کیا گیا کہ حالانکہ خارج ہوئے الیکٹرانوں کی فریکوئنسی روشنی کی چمک پر منحصر ہے، لیکن خارج ہوئے الیکٹرانوں کی حرکی توانائی چمک پر منحصر نہیں ہے۔ مثال کے طور پر سرخ روشنی $[\nu = (4.3 \text{ to } 4.6) \times 10^{14} \text{ Hz}]$ چاہے کسی بھی چمک (شدت) کی ہو، اگر اسے پوٹاشیم دھات پر گھنٹوں بھی ڈالا جائے، تب بھی کوئی فوٹو الیکٹران خارج نہیں ہوتا، لیکن جیسے ہی بہت کمزور پیلی روشنی $(\nu = 5.1 \text{ to } 5.2 \times 10^{14} \text{ Hz})$ اسی پوٹاشیم چادر پر ڈالی جاتی ہے، ضیا برقی اثر دکھائی دینے لگتا ہے۔ پوٹاشیم دھات کے لیے دہلیز فریکوئنسی (Threshold Frequency) 5.0×10^{14} Hz ہے۔



البرٹ آئنسٹائن، جو کہ جرمنی میں پیداہوئے امریکی طبیعات داں تھے، بہت سے لوگ انھیں آج تک کے دو سب سے بڑے طبیعات دانوں میں شمار کرتے ہیں (دوسرے اسحاق نیوٹن ہیں)۔ ان کے تین تحقیقی مقالوں نے، [جو مخصوص اضافیت (Special Relaivity)، براؤنین حرکت (Brownian Motions) اور ضیابرقی اثر، پر مبنی تھے] جنھیں انھوں نے 1905 میں شائع کرایا، جبکہ وہ برن (Berne) میں سوئز پینٹ آفس (Swiss Patent Office) میں بہ طور ٹیکنیکل اسسٹنٹ ملازم تھے، طبیعات کی ارتقا پر گہرا اثر ڈالا۔ انھیں 1921 میں، ضیا برقی اثر کی وضاحت کرنے کے لیے نوبل انعام سے نوازا گیا۔

جدول 2.2 کچھ دھاتوں کے لیے کام فنکشن (W_0) کی قدریں

دھات	Li	Na	K	Mg	Cu	Ag
W_0/ev	2.42	2.3	2.25	3.7	4.8	4.3

آئنسٹائن (1905) نے، پلانک کے، برقی و مقناطیسی اشعاع کے، کوانٹم نظریہ کو آغازی نکتہ مانتے ہوئے، ضیا برقی اثر کی وضاحت کرنے میں کامیابی حاصل کی۔

ایک دھات کی سطح پر روشنی کے بیم کے ڈالنے کو سمجھا جاسکتا ہے کہ ذرات کا ایک بیم ڈالا جارہا ہے، جو کہ فوٹان (Photons) ہیں۔ جب ایک کافی توانائی کا فوٹان، دھات کے ایٹم کے ایک الیکٹران سے ٹکراتا ہے، تو وہ، فوری طور پر ٹکراؤ کے دوران، اپنی توانائی الیکٹران کو منتقل کردیتا ہے اور الیکٹران فوراً، بغیر کسی درمیانی وقفہ کے، خارج ہوجاتا ہے۔ فوٹان کی توانائی جتنی زیادہ ہوگی، الیکٹران کو اتنی ہی زیادہ توانائی منتقل ہوگی اور خارج ہوئے الیکٹران کی حرکی توانائی اتنی ہی زیادہ ہوگی۔ دوسرے لفظوں میں، خارج ہوئے الیکٹران کی حرکی توانائی، برق مقناطیسی اشعاع کی فریکوئنسی کے متناسب ہے۔ کیونکہ ٹکرانے والے فوٹان کی توانائی $h\nu$ کے مساوی ہے اور الیکٹران خارج کرنے کے لیے کم ترین درکار توانائی $h\nu_0$ ہے (جسے ورک فنکشن، W_0 (Work Function) بھی کہتے ہیں) (جدول 2.2)، تب توانائی کا فرق: $(h\nu - h\nu_0)$ بطور فوٹو الیکٹران کی حرکی توانائی کے طور پر منتقل ہوتا ہے۔ توانائی کی بقا کے اصول کے مطابق خارج ہوئے الیکٹران کی حرکی توانائی مساوات (2.7) سے دی جاتی ہے۔

$$h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}m_e v^2$$

جہاں m_e الیکٹران کی کمیت ہے اور v خارج ہوئے الیکٹران کی رفتار ہے۔ آخر میں، روشنی کی ایک زیادہ شدت والی شعاع، فوٹانوں کی زیادہ تعداد پر مشتمل ہوتی ہے۔ اس لیے بمقابلے اس تجربے کے جس میں کمزور شدت کی شعاع استعمال کی گئی ہو، زیادہ شدت والی شعاع سے الیکٹرانوں کی مقابلتاً زیادہ تعداد خارج ہوتی ہے۔

برق–مقناطیسی اشعاع کا دھرا طرز عمل

روشنی کی ذراتی فطرت نے سائنسدانوں کے لیے ایک دوہری شکل پیدا کردی۔ ایک طرف، اس کے ذریعے سیاہ جسم اشعاع اور ضیا برقی اثر کی قابلِ اطمینان وضاحت کی جاسکتی تھی تو دوسری طرف یہ روشنی کی معلوم لہر فطرت سے ہم آہنگ نہیں تھی، جو تداخل (Interference) اور انصراف (Diffraction) جیسے مظاہر کی وضاحت کرسکتی تھی۔ اس دوہری شکل کو حل کرنے کا واحد طریقہ یہ تھا کہ یہ تسلیم کرلیا جائے کہ روشنی، لہروں اور ذرات جیسی، دونوں طرح کی خاصیتیں رکھتی ہے، یعنی کہ، روشنی کا دہرا طرزعمل ہوتا ہے۔ تجربہ پر انحصار کرتے ہوئے، ہم پاتے ہیں کہ روشنی یا تو ایک لہر کی طرح طرزعمل کا اظہار کرتی ہے یا ایک ذرات کی شعاع کے طور پر طرزعمل کا اظہار کرتی ہے۔ جب بھی اشعاع مادہ سے باہمی عمل کرتا ہے تو یہ ذرات جیسی خاصیتوں کا اظہار کرتی ہے اور جب روشنی کی اشاعت (Propagation) ہوتی ہے تو یہ لہر جیسی خاصیتوں کا اظہار کرتی ہے (تداخل اور انصراف)۔ یہ تصور اس سے بالکل جدا تھا، جس طرح سائنس داں مادے اور اشعاع کے بارے میں سوچتے تھے، اور انھیں اس کی درستگی تسلیم کرنے میں لمبا عرصہ لگا۔ پھر یہ معلوم ہوا، جو آپ بعد میں پڑھیں گے، کہ کچھ خردبینی ذرات (Microscopic Particles)، جیسے الیکٹران بھی، اس لہر-ذراتی دہرے طرزعمل کا اظہار کرتے ہیں۔

مسئلہ 2.6

اس اشعاع کے فوٹانوں کے ایک مول کی توانائی کا حساب لگایئے جس کی فریکوئنسی 5×10^{14} Hz ہے۔

حل

ایک فوٹان کی توانائی (E) عبارت سے ظاہر کی جاتی ہے۔

$$E = h\nu$$

$\nu = 5\times10^{14} s^{-1}$ (دیا ہوا ہے)،

$$h = 6.626\times10^{-34}\ J\ s$$

$$E = (6.626 \times10^{-34}\ J\ s) \times (5 \times10^{14} s^{-1})$$

$$= 3.313 \times10^{-19} J$$

فوٹانوں کے ایک مول کی توانائی

$= (3.313 \times 10^{-19} J) \times (6.022 \times 10^{23}\ mol^{-1})$

$= 199.51\ kJ\ mol^{-1}$

مسئلہ 2.7

ایک 100 واٹ کا بلب، 400 nm طولِ موج کی یک رنگ (monochromatic) روشنی خارج کرتا ہے۔ ایک سیکنڈ میں بلب سے خارج ہو رہے فوٹانوں کی تعداد معلوم کیجیے۔

حل

بلب کی پاور $= 100\ Watt = 100\ J s^{-1}$

ایک فوٹان کی توانائی $= E = h\nu = hc/\lambda$

$$= \frac{6.626 \times 10^{-34}\ J\ s \times 3 \times 10^{8}\ m\ s^{-1}}{400 \times 10^{-9}\ m}$$

$= 4.969 \times 10^{-19}\ J$

خارج ہونے والے فوٹانوں کی تعداد

$$\frac{100\ J\ s^{-1}}{4.969 \times 10^{-19}\ J} = 2.012 \times 10^{20}\ s^{-1}$$

مسئلہ 2.8

جب 300 nm طولِ موج کا برق مقناطیسی اشعاع سوڈیم کی سطح پر پڑتا ہے۔ تو $1.68 \times 10^{5}\ J\ mol^{-1}$ کی حرکی توانائی کے ساتھ الیکٹران خارج ہوتے ہیں۔ سوڈیم سے ایک الیکٹران خارج کرنے کے لیے کم از کم کتنی توانائی درکار ہوگی؟ وہ زیادہ سے زیادہ طولِ موج کیا ہوگی جو ایک فوٹو الیکٹران کو خارج کر سکے۔

حل

ایک 300 nm فوٹان کی توانائی (E)

$h\nu = hc/\lambda$

$$= \frac{6.626 \times 10^{-34}\ J\ s \times 3.0 \times 10^{8}\ m\ s^{-1}}{300 \times 10^{-9}\ m}$$

$6.625 \times 10^{-19}\ J$

فوٹانوں کے ایک مول کی توانائی

$= 6.626 \times 10^{-19}\ J \times 6.022 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

$= 3.99 \times 10^{5}\ J\ mol^{-1}$

سوڈیم سے الیکٹرانوں کا ایک مول خارج کرنے کے لیے درکار کم ترین توانائی

$= (3.99 - 1.68)\ 10^{5}\ J\ mol^{-1}$

$= 2.31 \times 10^{5}\ J\ mol^{-1}$

ایک الیکٹران کے لیے کم ترین توانائی۔

$$= \frac{2.31 \times 10^{5}\ J\ mol^{-1}}{6.022 \times 10^{23}\ electrons\ mol^{-1}}$$

$= 3.84 \times 10^{-19}\ J$

یہ مطابقت رکھتی ہے، طولِ موج λ سے:

$$\therefore \lambda = \frac{hc}{E}$$

$$= \frac{6.626 \times 10^{-34}\ J\ s \times 3.0 \times 10^{8}\ m\ s^{-1}}{3.84 \times 10^{-19}\ J}$$

(یہ ہری روشنی سے مطابقت رکھتی ہے)

مسئلہ 2.9

ایک دھات کے لیے دہلیز فریکوئنسی ν_0 $7.0 \times 10^{14}\ s^{-1}$ ہے۔ اس الیکٹران کی حرکی توانائی کا حساب لگائیے۔ جو $\nu = 1.0 \times 10^{15}\ s^{-1}$ فریکوئنسی کے اشعاع کے دھات پر پڑنے سے خارج ہوتا ہے۔

حل

آئنسٹائن مساوات کے مطابق:

حرکی توانائی $= \frac{1}{2} m_e v^2 = h(\nu - \nu_0)$

$= (6.626 \times 10^{-34}\ Js) \times (1.0 \times 10^{15}\ s^{-1} - 7.0 \times 10^{14}\ s^{-1}$

$= (6.626 \times 10^{-34}\ Js)\ (10.0 \times 10^{14}\ s^{-1} - 7.0 \times 10^{14}\ s^{-1})$

$= (6.626 \times 10^{-34}\ Js) \times (3.0 \times 10^{14}\ s^{-1})$

$= 1.988 \times 10^{-19}\ J$

2.3.3 کوانٹمی* الیکٹرانی انرجی لیول کے لیے شہادتیں: ایٹمی طیف
(Evidence for the Quantized Electronic Energy Levels: Atomic Spectra)

روشنی کی رفتار اس میڈیم کی فطرت پر منحصر ہے، جس سے وہ گزرتی ہے۔ اس کے نتیجے میں، روشنی جب ایک میڈیم سے دوسرے میڈیم میں داخل

* کسی بھی خاصیت کو مجرد قدروں کا پابند کردینا، کوانٹم سازی کہلاتا ہے

ہوتی یہ تو اپنے اصل راستے سے منحرف ہوجاتی ہے۔ یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ جب سفید روشنی کی ایک شعاع اکسی پرزم (Prism) میں سے گزاری جاتی ہے، تو مقابلتاً کم طولِ موج کی لہر زیادہ طولِ موج والی لہر کے مقابلے میں زیادہ منحرف ہوتی ہے۔ کیونکہ عام سفید روشنی، مرئی رینج کی تمام طولِ موج پر مشتمل ہوتی ہے، اس لیے سفید روشنی کی ایک شعاع، پرزم میں سے گرنے پر رنگین پٹیوں (Coloured Bands) کے ایک سلسلے کی شکل میں پھیل جاتی ہے، جسے **طیف** (Spectrum) کہتے ہیں۔ سرخ رنگ کی روشنی، جس کا طولِ موج سب سے زیادہ ہے، سب سے کم منحرف ہوتی ہے، جبکہ وائلٹ (Violet) روشنی، جس کا طولِ موج سب سے کم ہے، سب سے زیادہ منحرف ہوتی ہے۔ سفید روشنی کے طیف کی رینج جسے ہم دیکھ سکتے ہیں، وائلٹ (Violet) سے (تعدد: 7.50×10^{14} Hz) سے سرخ (تعدد: 4×10^{14} hz)، تک ہوتی ہے۔ ایسے طیف کو **مسلسل طیف** (Continous Spectrum) کہتے ہیں۔ مسلسل اس لیے کہتے ہیں کیونکہ وائلٹ، نیلے میں ضم ہوجاتا ہے، نیلا، ہرے میں اور اسی طرح اور آگے بھی۔ اسی طرح کا ایک طیف اس وقت بھی بنتا ہے جب آسمان میں قوس وقزح بنتی ہے۔ یاد رکھیے کہ مرئی روشنی، برق مقناطیسی اشعاع کا ایک چھوٹا سا حصہ ہے (شکل 2.7)۔ جب برق مقناطیسی اشعاع، مادے سے باہمی دگرعمل کرتا ہے تو ایٹم اور سالمات توانائی جذب کرسکتے ہیں اور توانائی کی مقابلتاً اونچی حالت (High Energy State) پر پہنچ سکتے ہیں۔ مقابلتاً زیادہ توانائی کے ساتھ، یہ غیر مستحکم حالت میں ہوتے ہیں۔ اپنی عام حالت (مقابلتاً، زیادہ مستحکم، مقابلتاً کم توانائی کی حالتیں) پر واپس آنے کے لیے، ایٹم اور سالمات، اشعاع خارج کرتے ہیں، جو برق مقناطیسی طیف کے مختلف خطوں سے تعلق رکھتا ہے۔

اخراج اور انجذاب طیف (Emission and Absorption spectrum)

ایسی شے کے ذریعے خارج کیا گیا طیف جس نے توانائی جذب کی ہے، **اخراج طیف** (Emission Spectrum) کہلاتا ہے۔ ایٹم، سالمات اور آین، جنھوں نے توانائی جذب کی ہوتی ہے، **مشتعل** (Excited) کہلاتے ہیں۔ ایک اخراج طیف پیدا کرنے کے لیے، ایک نمونے (Sample) کو گرم کرکے یا اشعاع ریزی (Irradiated) کرکے، توانائی مہیا کی جاتی ہے اور جب نمونہ جذب شدہ توانائی خارج کرتا ہے تو خارج ہونے والے اشعاع کی طولِ موج (یا فریکوئنسی) کو ریکارڈ کرلیا جاتا ہے۔

ایک انجذابی طیف اخراجی طیف کے فوٹوگرافک نگیٹو کی طرح ہے۔ ایک نمونے سے اشعاع کا ایک سلسلہ (Continuum) گزارا جاتا ہے جو مخصوص طول موج کا اشعاع جذب کرلیتا ہے۔ غائب ہوئے طولِ موج، جو مادہ کے ذریعے جذب کیے گئے اشعاع سے مطابقت رکھتے ہیں، چمکدار مسلسل طیف میں سیاہ خالی جگہیں چھوڑ دیتے ہیں۔

اخراجی یا انجذابی طیف کا مطالعہ **طیف پیمائی** (Spectroscopy) کہلاتا ہے۔ مرئی روشنی کا طیف، جیسا کہ اوپر بیان کیا جاچکا ہے، مسلسل تھا، کیونکہ اس طیف میں مرئی روشنی کے تمام طولِ موج (سرخ سے وائلٹ تک) کی نمائندگی ہورہی تھی۔ گیسی حالت (Gas Phase) میں ایٹوں کے انجذابی طیف، اس کے برخلاف، سرخ سے وائلٹ تک تمام طولِ موج کا مسلسل پھیلاؤ نہیں ظاہر کرتا بلکہ یہ صرف مخصوص طولِ موج کی روشنیاں ہی خارج کرتے ہیں اور ان کے درمیان سیاہ خالی جگہیں ہوتی ہیں۔ ایسے طیف، **خطی طیف** (Line Spectra) یا ایٹمی طیف کہلاتے ہیں کیونکہ خارج ہوئے اشعاع کی شناخت طیف میں چمکدار خطوط کے ظاہر ہونے کے ذریعے کی جاتی ہے (شکل 2.10)۔

الیکٹرانی ساخت کے مطالعے میں **خطی اخراجی طیف** (Line emission spectra) بہت دلچسپی کے حامل ہیں۔ ہر عنصر کا یکتا (Unique) خطی اخراجی طیف ہوتا ہے۔ ایٹمی طیف میں مخصوص خطوط کیمیائی تجزیہ میں غیر معلوم عناصر کو شناخت کرنے کے لیے استعمال کیے جاسکتے ہیں۔ جس طرح انگلیوں کے نشانات کسی شخص کی شناخت کرنے میں استعمال ہوتے ہیں۔ ایک معلوم ایٹم کے اخراجی طیف کے خطوط کا ایک غیر معلوم نمونے کے خطوط سے درست مقابلہ کرکے آخرالذکر کی شناخت کی جاسکتی ہے۔ روبرٹ بنسن (Rober Bunsen) (1811-1899)، ایک جرمن کیمیاداں، وہ پہلے شخص تھے جنھوں نے خطی طیف کو عناصر کی شناخت کے لیے استعمال کیا۔

روبیڈیم (Rubidium's Rb)، سیزیم (Caesium' Cs)، تھیلیم (Thallium'Tl) انڈیم (Indium' In) گیلیم (Gallium' Ga) اور اسکینڈیم (Scandium' Sc) جیسے عناصر اس وقت دریافت ہوئے جب ان کی معدنیات (Minerals) کا اسپیکٹروسکوپک طریقوں

(Spectroscopic Methods) سے تجزیہ کیا گیا۔ عنصر ہیلیم (Helium 'He) کی سورج میں موجودگی کی دریافت بھی اسپیکٹر واسکوپک طریقوں سے ہوئی۔

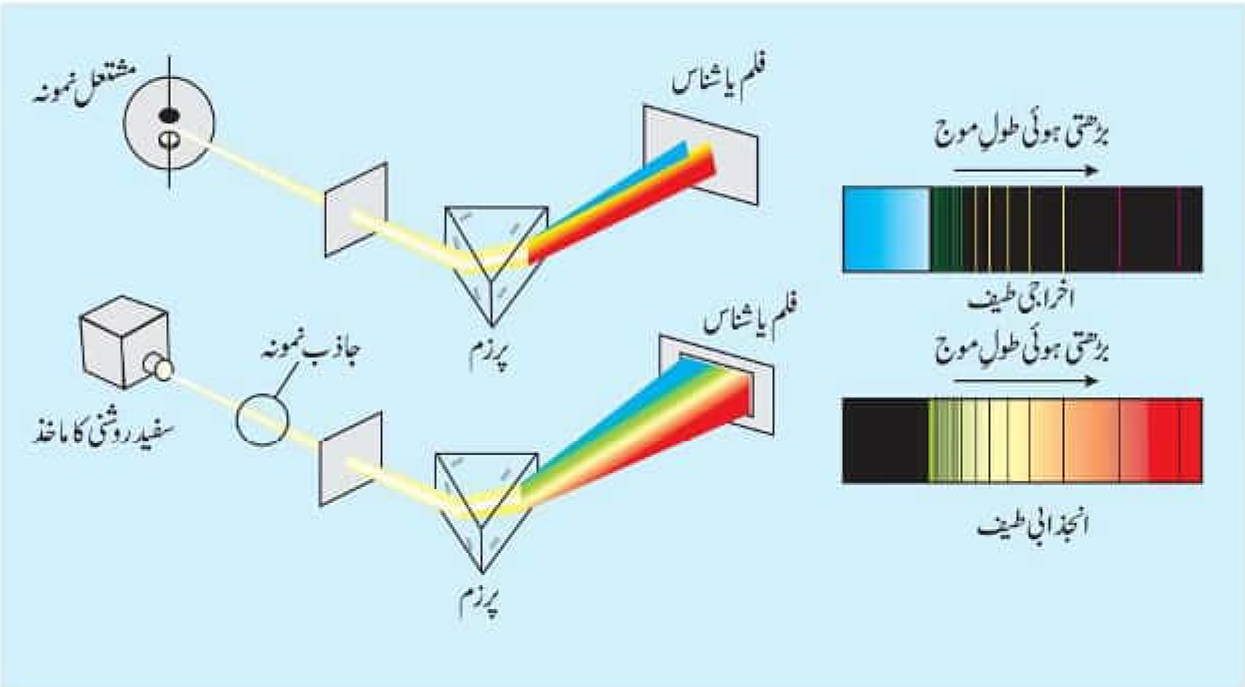
ہائڈروجن کا خطّی طیف (Line Spectrum of Hydrogen)

جب گیسی ہائڈروجن سے ایک برقی ڈسچارج گزارا جاتا ہے، تو H_2 سالمہ کا افتراق (Dissociation) ہوجاتا ہے اور توانائی کے اعتبار سے مشتعل ہائڈروجن ایٹم، مجرد فریکوئنسی (Discrete Frequencies) کا برق مقناطیسی اشعاع خارج کرتے ہیں۔ ہائڈروجن طیف خطوط کے کئی سلسلوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ جن کے نام انھیں دریافت کرنے والوں کے ناموں پر رکھے گئے ہیں۔ بالمر (Balmer) نے 1885 میں تجرباتی مشاہدات کی بنا پر دکھایا کہ اگر اسپیکٹر واسکوپک خطوط کو لہر عدد ($\bar{\nu}$) کی شکل میں ظاہر کیا جائے، تو ہائڈروجن طیف کے مرئی خطوط (Visible Line) مندرجہ ذیل فارمولے کے طابع ہوتے ہیں:

$$\bar{\nu} = 109{,}677 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right) \text{cm}^{-1} \qquad (2.8)$$

جہاں n ایک صحیح عدد (Integer) ہے جو 3 کے مساوی یا اس سے بڑا ہوسکتا ہے۔ یعنی کہ: $n = 3,4,5......$

اس فارمولہ سے بیان کیے جانے والے خطوط کا سلسلہ **بالمر سلسلہ** (Balmer Series) کہلاتا ہے۔ ہائڈروجن کے طیف میں خطوط کا



شکل 2.10 (a) **ایٹمی اخراج** مشتعل ہائڈروجن ایٹموں (یا کسی دوسرے عنصر) کے نمونے سے خارج ہوئی روشنی کو ایک پرزم سے گذارا جاتا ہے اور مخصوص مجرد طول موج میں علیحدہ کرلیا جاتا ہے۔ اس طرح ایک طیف، جو علیحدہ ہوئی طول موج کی فوٹو گرافک ریکارڈنگ ہے، حاصل ہوتا ہے جو خطی طیف کہلاتا ہے۔ ایک مناسب سائز کے کسی بھی نمونے میں ایٹموں کی بہت بڑی تعداد ہوتی ہے۔ حالانکہ ایک واحد ایٹم کسی ایک خاص وقت پر صرف کسی ایک مشتعل حالت میں ہوسکتا ہے، ایٹموں کے مجموعہ میں تمام ممکنہ مشتعل حالتیں شامل ہوتی ہیں۔ ان ایٹموں کے مقابلتاً کم توانائی حالتوںمیں گرنے سے خارج ہونے والی روشنی طیف کے لیے ذمہ دار ہے۔ (b) **ایٹمی انجذاب** جب سفید روشنی غیر مشتعل ایٹمی ہائڈروجن سے گذاری جاتی ہے اور پھر ایک جھری (Slit) اور پرزم (Prism) سے گذاری جاتی ہے تو ترسیل شدہ روشنی (Transmitted Light) کی شدت (Intensity)، انہیں طولِ موج پر جو (a) میں خارج ہوئی تھیں، کے مقابلے میں کم ہوتی ہے۔ ریکارڈ کیا ہوا انجذابی طیف بھی ایک خطّی طیف ہوتا ہے اور اخراجی طیف کا فوٹو گرافک نگیٹو ہوتا ہے۔

بالمر سلسلہ ہی وہ واحد خطوط ہیں جو برق مقناطیسی طیف کے مرئی خطّے میں ظاہر ہوتے ہیں۔ سوئڈن کے ماہر طیف پیا جونس رڈبرگ (Johannes Rydburg) نے بتایا کہ ہائڈروجن طیف کے تمام خطوط کے سلسلے مندرجہ ذیل عبارت سے بیان کیے جاسکتے ہیں:

$$\bar{\nu} = 109,677 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \text{ cm}^{-1} \qquad (2.9)$$

$n_1 = 1, 2 ....$;

$n_2 = n_1 + 1,\ n_1 + 2,\ ......$

قدر $109,677 \text{ cm}^{-1}$ ہائڈروجن کے لیے رڈبرگ مستقلہ کہلاتی ہے۔ خطوط کے پہلے پانچ سلسلے، جو $n_1 = 1,2,3,4,5$ سے مطابقت رکھتے ہیں، بالترتیب لیمن (Lyman)، بالمر (Balmer)، پاسچن (Paschen)، بریکٹ (Bracket) اور پی فنڈ (P fund) سلسلے کہلاتے ہیں۔ جدول 2.3 میں ہائڈروجن طیف کے لیے ترسیل کے یہ سلسلے دکھائے گئے ہیں۔

تمام عناصر میں ہائڈروجن ایٹم کا خطّی طیف سب سے سادہ ہوتا ہے۔ بھاری ایٹموں کے لیے خطّی طیف زیادہ سے زیادہ پیچیدہ ہوتا جاتا ہے۔ لیکن کچھ خاصیتیں ہیں جو تمام خطّی طیف میں مشترک ہیں: (i) ہر عنصر کا خطّی طیف یکتا ہوتا ہے۔ اور (ii) ہر عنصر کے خطّی طیف میں ایک باقاعدگی (Regularity) پائی جاتی ہے۔ اب جو سوال پیدا ہوتے ہیں، وہ ہیں: ان مشترک خاصیتوں کی کیا وجوہات ہیں؟ کیا اس کا کچھ تعلق ایٹم کی الیکٹرانی ساخت سے ہے؟ یہ وہ سوال ہیں، جن کے جواب حاصل کرنے کی ضرورت ہے۔ ہم بعد میں معلوم کریں گے کہ ان سوالوں کے جواب ان عناصر کی الیکٹرانی ساخت کو سمجھنے کی کنجی فراہم کرتے ہیں۔

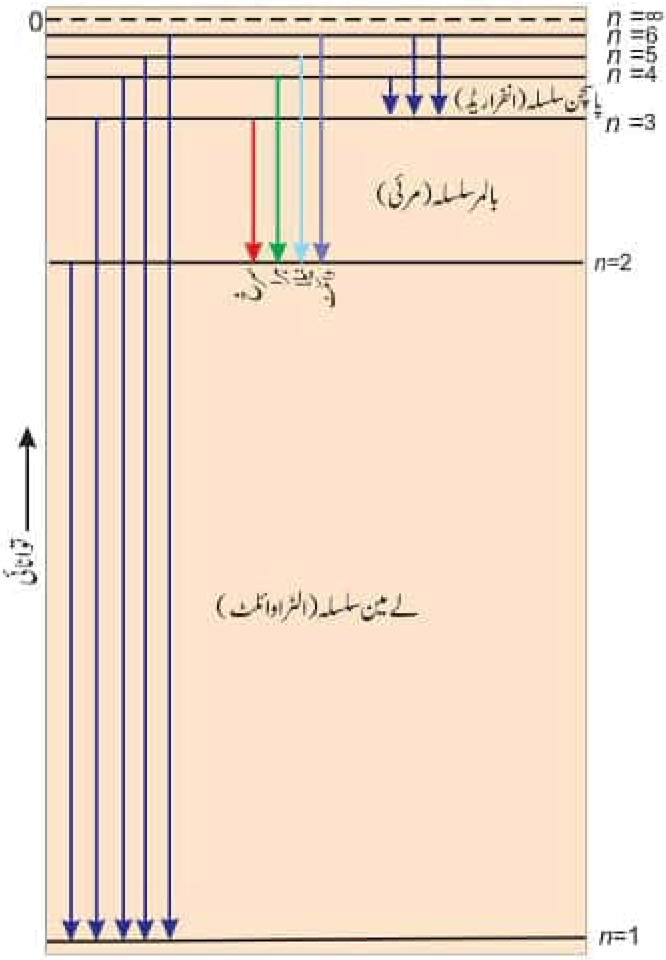
2.4 ہائڈروجن ایٹم کے لیے بوہر ماڈل

نیل بوہر (Neils Bohr) وہ پہلے شخص تھے، جنھوں نے ہائڈروجن ایٹم کی ساخت اور اس کے طیف کی مقداری شکل میں وضاحت کی۔ حالانکہ ان کا نظریہ، جدید کوانٹم میکینکس نہیں ہے، پھر بھی یہ ایٹم کی ساخت اور طیف کے کئی نکتوں کو استدلالی بنانے کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ ہائڈروجن ایٹم کے لیے بوہر ماڈل مندرجہ ذیل بنیادی مفروضات (Postulates) پرمبنی ہے:

(i) ہائڈروجن ایٹم میں الیکٹران، نیوکلیس کے گرد ایک متعین (Fixed) نصف قطر اور توانائی کے دائری راستے پر حرکت کرسکتے ہیں۔ یہ راستے مدار (Orbits)، سکونی حالتیں (Stationary States) یا منظور شدہ توانائی حالتیں (Allowed Energy State) کہلاتے ہیں۔ یہ مدار نیوکلیس کے گرد ہم مرکز شکل (Concentrically) میں مرتب ہوتے ہیں۔

جدول 2.3: ایٹمی ہائڈروجن کے لیے اسپیکٹرواسکوپک خطوط

سلسلہ	n_1	n_2	اسپیکٹرواسکوپک خطّہ
لے مین	1	2,3, ...	الٹراوائلٹ
بالمر	2	3,4, ...	مرئی
پاسچن	3	4,5, ...	انفراریڈ
بریکٹ	4	5,6, ...	انفراریڈ
پی فنڈ	5	6,7, ...	انفراریڈ



شکل 2.11 ہائڈروجن ایٹم میں الیکٹران کا عبور (Transitions) (ڈائیگرام میں ٹرانزیشن کے لے مین، بالمر اور پاسچن سلسلے دکھائے گئے ہیں)

(ii) ایک مدار میں الیکٹران کی توانائی وقت کے ساتھ تبدیل نہیں ہوتی۔ لیکن ایک الیکٹران، ایک نچلی سکونی حالت سے اوپری سکونی حالت میں حرکت کرے گا، جب وہ توانائی کی مطلوبہ مقدار جذب کرے گا یا جب الیکٹران اوپری سکوتی حالت سے نچلی سکونی حالت میں حرکت کرتا ہے تو توانائی خارج ہوتی ہے (مساوات 2.6)۔ توانائی کی تبدیلی مسلسل طور پر نہیں ہوتی۔

زاویائی معیار حرکت

جس طرح خطی تحرک (Linear Momentum) کمیت 'm' اور خطی رفتار 'v' کا حاصل ضرب ہے، بالکل اسی طرح زاویائی تحرک، استمراری گردش (Moment of Inertia) اور زاویائی رفتار ω (Angular Velocity) کا حاصل ضرب ہے۔ ایک m_e کمیت کے الیکٹران کے لیے، جو نیوکلیس کے گرد، r نصف قطر کے دائری راستے پر حرکت کر رہا ہے،

(Angular Momentum) زاویائی معیار حرکت $= I \times \omega$

$I = m_e r^2$ ، $\omega = v / r$ (جہاں v خطی رفتار ہے)

زاویائی معیار حرکت $= m_e r^2 \times v / r = m_e vr$

(iii) "سکونی حالتوں کے درمیان، جن کا توانائی کا فرق ΔE ہے، جب ٹرانزیشن (Transition) ہوتا ہے تو جذب یا خارج ہونے والے اشعاع کی فریکوئنسی کو اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے:

$$\nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{E_2 - E_1}{h} \quad (2.10)$$

جہاں E_1 اور E_2 ، نچلی اور اوپری منظور شدہ توانائی حالتوں کی توانائیاں ہیں۔ یہ عبارت عام طور سے بوہر کے فریکوئنسی کے قاعدے کے طور پر جانی جاتی ہے۔

(iv) ایک دی ہوئی سکونی حالت میں ایک الیکٹران کا زاویائی معیار حرکت مساوات (2.11) کے ذریعے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$m_e vr = n.\frac{h}{2\pi} \quad n = 1,2,3.... \quad (2.11)$$

اس طرح ایک الیکٹران صرف انھیں مداروں میں حرکت کر سکتا ہے، جن کے لیے اس کا زاویائی معیار حرکت $h/2\pi$ کا صحیح عددی ضعف



نیلس بوہر (Neils Bohr)
(1885-1962)

نیلس بوہر نے، ڈنمارک کے طبیعیات داں تھے، 1911 میں کوپن ہیگن یونیورسٹی (University of Copenhagen) سے ڈاکٹریٹ حاصل کی۔ اس کے بعد انھوں نے ایک سال انگلینڈ میں جے۔جے۔ تھامسن اور ارنیسٹ ردرفورڈ کے ساتھ گزرا۔ 1913 میں وہ کوپن ہیگن واپس آگئے اور پھر زندگی کا بقیہ حصّہ وہیں گزارا۔ 1920 میں انھیں انسٹی ٹیوٹ آف تھیورٹیکل فزکس کا ڈائرکٹر نامزد کیا گیا۔ پہلی عالمی جنگ کے بعد بوہر نے ایٹمی توانائی کے پرامن استعمال کے لیے بڑی محنت سے کام کیا۔ 1957 میں انھیں پہلا "Atoms for Pence" (امن کے لیے ایٹم) انعام ملا۔ بوہر کو 1922 میں طبیعیات کا نوبل انعام دیا گیا۔

(Integral Multiple) ہو۔ اسی لیے صرف کچھ متعین مدار ہی منظور شدہ ہیں۔

سکونی حالتوں کی توانائی کو وضع (Derive) کرنے کی، بوہر کے ذریعے استعمال کی گئی، تفصیلات کافی پیچیدہ ہیں اور ان سے اعلیٰ درجات میں بحث جائے گی۔ پھر بھی، ہائڈروجن ایٹم کے بوہر کے نظریے کے مطابق:

a) الیکٹران کی سکونی حالتوں کو عدد دیے جاتے ہیں: ... ,n =1,2,3 یہ صحیح اعداد (Integral Numbers) پرنسپل کوانٹم نمبر (Principal Quantum Numbers) کہلاتے ہیں (سیکشن 2.6.2)۔

(b) سکونی حالتوں کے نصف قطر مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیے جاتے ہیں:

$$r_n = n^2 a_0$$

جہاں: $a_0 = 52.9$ pm اس لیے پہلی سکونی حالت کا نصف قطر بوہر نصف قطر کہلاتا ہے جو کہ 52.9 pm ہے۔ عام طور سے ہائڈروجن ایٹم میں الیکٹران اس مدار میں پایا جاتا ہے (یعنی کہ $n = 1$)۔ جیسے جیسے n بڑھتا جاتا ہے 'r' بھی بڑھتا جائے گا۔ دوسرے لفظوں میں الیکٹران نیوکلیس سے دور پایا جائے گا۔

(c) الیکٹران سے منسلک سب سے اہم خاصیت، اس کی سکونی حالت کی توانائی ہے۔ یہ مندرجہ ذیل عبارت سے ظاہر کی جاتی ہے:

$$E_n = -R_H\left(\frac{1}{n^2}\right) \qquad n = 1,2,3,... \qquad (2.13)$$

جہاں R_H رڈبرگ مستقلہ کہلاتا ہے اور اس کی قدر 2.18×10^{-18} J ہے۔ سب سے نچلی حالت، (جو کہ گراؤنڈ اسٹیٹ (Ground State) بھی کہلاتی ہے) کی توانائی ہے:

$$E_1 = -2.18\times10^{-18}\left(\frac{1}{1^2}\right) = -2.18\times10^{-18}\ J$$

n=2 کے لیے سکونی حالت کی توانائی ہوگی:

$$E_2 = -2.18\times10^{-18}\left(\frac{1}{2^2}\right) = -0.545\times10^{-18}\ J$$

شکل 2.11 میں ہائڈروجن ایٹم کی مختلف سکونی حالتوں کی توانائیاں یا انرجی لیول دکھائے گئے ہیں۔ یہ اظہار انرجی لیول ڈائیگرام کہلاتا ہے۔

ہائڈروجن ایٹم کے لیے منفی الیکٹرانی توانائی (E_n) کا کیا مطلب ہے؟

ہائڈروجن ایٹم میں الیکٹران کی توانائی کی علامت تمام ممکنہ مدار کے لیے منفی ہے (مساوات 2.13)۔ یہ منفی علامت کیا ظاہر کرتی ہے؟ اس منفی علامت کا مطلب ہے کہ ایٹم میں الیکٹران کی توانائی، ایک حالت سکون (rest) میں آزاد الیکٹران کی توانائی کے مقابلے میں کم ہوتی ہے۔ حالت سکون میں ایک آزاد (free) الیکٹران، نیوکلیس سے لامتناہی فاصلے پر ہوتا ہے اور اس کے لیے توانائی کی قدر 'صفر' مخصوص کی گئی ہے۔ ریاضیاتی طور پر، یہ مساوات (2.13) میں $n = \infty$ رکھنے سے مطابقت رکھتا ہے، اس طرح کہ $E_\infty = 0$ الیکٹران جیسے جیسے نیوکلیس کے قریب تر ہوتا جاتا ہے (جیسے جیسے n کم ہوتا جاتا ہے) E_n اپنی مطلق قدر (Absolute Value) میں بڑھتی جاتی ہے اور مزید منفی ہوتی جاتی ہے۔ سب سے زیادہ منفی توانائی کی قدر $n = 1$ سے دی جاتی ہے، جو سب سے زیادہ مستحکم مدار سے مطابقت رکھتی ہے۔ ہم اسے گراؤنڈ اسٹیٹ (Ground State) کہتے ہیں۔

جب الیکٹران نیوکلیس کے اثر سے آزاد ہوتا ہے تو توانائی کو صفر لیا جاتا ہے۔ اس صورت میں الیکٹران سے، $n = \infty$ پرنسپل کوانٹم نمبر کی سکونی حالت منسلک کی جاتی ہے۔ جب الیکٹران نیوکلیس کے زیر کشش ہوتا ہے اور مدار n میں پایا جاتا ہے، تو توانائی خارج ہوتی ہے اور اس کی توانائی کم ہوجاتی ہے۔ مساوات (2.13) میں منفی علامت کی موجودگی کی یہی وجہ ہے اور یہ صفر توانائی کی حوالہ حالت اور $n = \infty$ کی مناسبت سے اس کے استحکام (Stability) کو ظاہر کرتی ہے۔

(d) بوہر نظریہ کا اطلاق ان آئنوں پر بھی ہوسکتا ہے، جن میں ہائڈروجن ایٹم کی طرح صرف ایک الیکٹران ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر He^+ ، Li^{2+}, Be^{3+} اور اسی طرح اور اس قسم کے آئنوں سے منسلک (جو ہائڈروجن جیسی انواع بھی کہلاتے ہیں)' سکونی حالتوں کی توانائیاں مندرجہ ذیل عبارت کے ذریعے ظاہر کی جاتی ہیں:

$$E_n = -2.18\times10^{-18}\left(\frac{Z^2}{n^2}\right) J \qquad (2.14)$$

اور نصف قطر اس عبارت سے ظاہر کیے جاتے ہیں:

$$r_n = \frac{52.9(n^2)}{Z}\ pm \qquad (2.15)$$

جہاں Z ایٹمی عدد ہے اور ہیلیم و لیتھیم ایٹموں کے لیے اس کی قدر، بالترتیب، 2 اور 3 ہے۔ مندرجہ بالا مساوات سے یہ ظاہر ہوجاتا ہے کہ Z میں اضافے کے ساتھ توانائی کی قدر اور زیادہ منفی ہوجاتی ہے اور نصف قطر کی قدر اور کم ہوجاتی ہے۔ جس کا مطلب ہے کہ الیکٹران نیوکلیس کے ساتھ زیادہ مضبوطی سے بندھا ہوا ہوگا۔

(e) ان مداروں میں حرکت کر رہے الیکٹرانوں کی رفتاروں کا حساب لگانا بھی ممکن ہے۔ حالانکہ بالکل درست مساوات یہاں نہیں دی جارہی ہے، کیفیتی طور پر، الیکٹران کی رفتار کی عددی قدر میں، نیوکلیس پر مثبت برقی چارج میں اضافہ کے ساتھ، اضافہ ہوتا ہے اور پرنسپل کوانٹم نمبر میں اضافہ کے ساتھ، کمی ہوتی ہے۔

2.4.1 ہائڈروجن کے خطی طیف کی وضاحت (Explanation of Line Spectrum of Hydrogen)

ہائڈروجن ایٹم کے مشاہدہ کیے گئے خطی طیف کی (جسے سیکشن 2.3.3 میں بیان کیا گیا ہے) بوہر ماڈل استعمال کرتے ہوئے، مقداری شکل میں وضاحت کی جاسکتی ہے۔ مفروضہ 2 کے مطابق، اشعاع (توانائی) کا انجذاب ہوتا ہے اگر الیکٹران مقابلتاً چھوٹے پرنسپل کوانٹم نمبر کے مدار سے بڑے پرنسپل کوانٹم نمبر کے مدار میں حرکت کرے، جبکہ اشعاع (توانائی) خارج ہوتی ہے اگر الیکٹران مقابلتاً اونچے مدار سے نچلے مدار میں حرکت کرتا ہے۔ دونوں مداروں کے درمیان توانائی فصل (Energy Gap) مساوات (2.16) سے ظاہر کیا جاتا ہے:

$$\Delta E = E_f - E_i \qquad (2.16)$$

مساوات (2.13) اور (2.16) کو ملانے پر

$$\Delta E = \left(-\frac{R_H}{n_f^2}\right) - \left(-\frac{R_H}{n_i^2}\right)$$ (جہاں n_i اور n_f بالترتیب آغازی (Initial) اور اختتامی (Final) مداروں کو ظاہر کرتے ہیں۔

$$\Delta E = R_H\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right) = 2.18\times10^{-18}\,\text{J}\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)$$

(2.17)

فوٹان کے انجذاب اور اخراج سے منسلک فریکوئنسی (ν) کو مساوات (2.18) کی مدد سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔

$$\nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{R_H}{h}\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)$$

$$= \frac{2.18\times10^{-18}\,\text{J}}{6.626\times10^{-34}\,\text{J s}}\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right) \qquad (2.18)$$

$$= 3.29\times10^{15}\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)\text{Hz} \qquad (2.19)$$

اور لہر عدد ($\bar{\nu}$) کی شکل میں:

$$\bar{\nu} = \frac{\nu}{c} = \frac{R_H}{hc}\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right) \qquad (2.20)$$

$$= \frac{3.29\times10^{15}\,\text{s}^{-1}}{3\times10^{8}\,\text{m s}^{-1}}\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)$$

$$= 1.09677\times10^{7}\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)\text{m}^{-1} \qquad (2.21)$$

انجذابی طیف کی صورت میں $n_f > n_i$ اور قوسین (Paranthesis) میں دیا ہوا رکن (Term) مثبت ہے اور توانائی جذب ہو رہی ہے۔ دوسری طرف، اخراجی طیف کی صورت میں: $n_f > n_i$ ، ΔE منفی ہے اور توانائی خارج ہو رہی ہے۔

عبارت (2.17) اس عبارت جیسی ہے جو رڈبرگ نے اس وقت دستیاب تجرباتی اعداد و شمار کو استعمال کر کے آزمائشی طور (empirically) پر وضع (Derive) کی تھی (مساوات 2.9)۔ مزید، ہر ایک اسپیکٹروسکوپک خط، چاہے وہ انجذابی طیف میں ہو یا اخراجی طیف میں، ہائڈروجن ایٹم میں ہونے والے کسی مخصوص ٹرانزیشن (Transition) سے منسلک کیا جاسکتا ہے۔ اگر ہائڈروجن ایٹموں کی بہت بڑی تعداد ہو تو مختلف ممکنہ ٹرانزیشن کا مشاہدہ کیا جاسکتا ہے اور اس لیے اسپیکٹروسکوپک خطوط کی بھی بہت بڑی تعداد حاصل ہوتی ہے۔ اسپیکٹروسکوپک خطوط کی چمک یا شدت، جذب ہونے یا خارج ہونے والے، یکساں طولِ موج یا فریکوئنسی کے فوٹانوں کی تعداد پر منحصر ہے۔

مسئلہ 2.10

ہائڈروجن ایٹم میں $n=5$ حالت سے $n=2$ حالت میں ٹرانزیشن کے دوران خارج ہونے والے فوٹان کی طولِ موج اور فریکوئنسی کیا ہوں گے؟

حل

کیونکہ، $n_i = 5$ اور $n_f = 2$ اس لیے یہ ٹرانزیشن، بالمر سلسلہ کے مرئی خطہ میں اسپیکٹروسکوپک خط دیتا ہے۔ مساوات (2.17) سے

$$\Delta E = 2.18\times10^{-18}\,\text{J}\left[\frac{1}{5^2} - \frac{1}{2^2}\right]$$

$$= -4.58\times10^{-19}\,\text{J}$$

یہ ایک اخراجی توانائی ہے۔

فوٹان کی فریکوئنسی (توانائی کو اس کی عددی قدر کی شکل میں لیتے ہوئے) مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کی جاتی ہے۔

$$\nu = \frac{\Delta E}{h}$$

$$= \frac{4.58\times10^{-19}\,\text{J}}{6.626\times10^{-34}\,\text{J s}}$$

$$= 6.91\times10^{14}\ \text{Hz}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3.0\times10^{8}\,\text{m s}^{-1}}{6.91\times10^{14}\,\text{Hz}} = 434\,\text{nm}$$

مسئلہ 2.11

He^+ کے پہلے مدار سے منسلک توانائی کا حساب لگائیے۔ اس مدار کا نصف قطر کیا ہے؟

حل

$$E_n = -\frac{(2.18\times10^{-18}\,\text{J})Z^2}{n^2}\,\text{atom}^{-1}$$

He^+ کے لیے: $E = 1$ ، $Z = 2$

$$E_1 = -\frac{(2.18\times10^{-18}\,\text{J})(2^2)}{1^2} = -8.72\times10^{-18}\,\text{J}$$

مدار کا نصف قطر مساوات (2.15) سے دیا جاتا ہے:

$$r_n = \frac{(0.0529\ \text{nm})n^2}{Z}$$

کیونکہ: $n = 1$، $Z = 2$

$$r_n = \frac{(0.0529\ \text{nm})1^2}{2} = 0.02645\ \text{nm}$$

2.4.2 بوہر ماڈل کی حدود (Limitations of Bohr's Model)

بوہر کا ہائڈروجن ایٹم کا ماڈل یقیناً ردرفورڈ کے نیوکلیائی ماڈل سے بہتر تھا، کیونکہ یہ ایٹم کے استحکام اور ہائڈروجن ایٹم اور ہائڈروجن جیسے آینوں کے خطی طیفوں کی وضاحت کرنے میں کامیاب تھا۔ لیکن بوہر ماڈل اتنا سادہ تھا کہ مندرجہ ذیل نکات کی وضاحت نہیں کرسکا:

(i) یہ ہائڈروجن ایٹم طیف کی ان باریک تفصیلات کی وضاحت کرنے میں ناکام رہا ڈبلیٹ (Doublet) یعنی کہ دو نزدیکی خطوط) جو طیف پیمائی کی اور بہتر تکنیکوں کے استعمال سے سامنے آئیں۔ یہ ماڈل، ہائڈروجن کے علاوہ اور کسی عنصر کے طیف کی وضاحت کرسکنے میں کامیاب نہیں رہا، جیسے ہیلیم ایٹم، جس میں صرف 2 الیکٹران ہوتے ہیں۔ مزید، بوہر کا نظریہ، مقناطیسی میدان کی موجودگی میں (Zeeman Effect) یا برقی میدان (Stark Effect) کی موجودگی میں اسپیکٹرواسکوپک خطوط کی علیحدگی (Splitting) کی بھی وضاحت بھی نہیں کرسکا۔

(ii) یہ ایٹموں کی کیمیائی بندشوں کے ذریعے، سالمات تشکیل دینے کی صلاحیتوں کی وضاحت نہیں کرسکا۔

دوسرے لفظوں میں، اوپر دیے ہوئے نکات کو سامنے رکھتے ہوئے، ہمیں ایک بہتر نظریہ کی ضرورت ہے جو پیچیدہ ایٹموں کی ساخت کی اہم خاصیتوں کی وضاحت کرسکے۔

2.5 ایٹم کے کوانٹم میکانیکی ماڈل کی سمت (Towards Quantum Mechanical Model of the Atom)

بوہر ماڈل کی خامیوں کے پیشِ نظر، ایٹموں کے لیے ایک زیادہ مناسب اور عمومی ماڈل تیار کرنے کی کوششیں کی گئیں۔ دو اہم انکشافات، جنھوں نے ایسے ماڈل کی تشکیل میں اہم حصہ لیا وہ تھے:

1۔ مادہ کا دہرا طرزِ عمل

2۔ ہائزنبرگ کا عدمِ یقینی اصول

2.5.1 مادہ کا دہرا طرزِ عمل (Dual Behaviour of Matter)

1924 میں فرانسیسی طبیعیات داں، ڈی۔ براگلی (De Broglie) نے تجویز پیش کی کہ اشعاع کی طرح، مادے کو بھی دوہرے طرزِ عمل کا اظہار کرنا چاہیے، یعنی کہ ذرہ اور لہر جیسی، دونوں قسم کی خاصیتیں ظاہر کرنا چاہئیں۔ اس کا مطلب ہے کہ جیسے فوٹان کا معیارِ حرکت بھی ہوتا ہے اور طولِ موج بھی، اسی طرح الیکٹرانوں کا معیارِ حرکت بھی ہونا چاہیے اور طولِ موج بھی۔ اس مماثلت (Analogy) سے، ڈی۔ براگلی نے ایک مادی ذرہ کے طولِ موج (λ) اور معیارِ حرکت (p) کے درمیان مندرجہ ذیل رشتہ دیا:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p} \qquad (2.22)$$

جہاں 'm' ذرہ کی کمیت ہے، v اس کی رفتار ہے اور p اس کا معیارِ حرکت ہے۔ ڈی۔ براگلی کی پیشین گوئی تجربہ سے اس وقت ثابت ہوئی جب ایک الیکٹران بیم کے انصراف (Diffraction) کا مشاہدہ کیا گیا۔ اس معلومات کا استعمال الیکٹران مائیکروسکوپ بنانے میں کیا گیا، جو بالکل اسی طرح الیکٹران کی لہریائی خصوصیت پر منحصر ہے، جس طرح کہ عام

لوئس ڈی براگلی (1892-1987)



لوئس ڈی براگلی (Louis de Broglie)، ایک فرانسیسی طبیعیات داں نے 1910 کے شروعاتی برسوں میں بی۔اے کے طالبِ علم کی حیثیت سے تاریخ کا مطالعہ کیا۔ پہلی عالمی جنگ 1 کے دوران جب ان کی تقرری ریڈیو ترسیل میں ہوئی تو انھیں سائنس میں دلچسپی پیدا ہوئی۔ انھوں نے پیرس یونیورسٹی (Paris University) سے 1924 میں سائنس میں ڈاکٹریٹ کی ڈگری (Dr. Sc) حاصل کی۔ وہ 1932 سے ملازمت سے سبکدوش ہونے تک (1962)، پیرس یونیورسٹی میں نظریاتی طبیعیات کے پروفیسر رہے۔ انھیں 1929 میں طبیعیات کا نوبل انعام دیا گیا۔

مائیکروسکوپ (خوردبین) میں روشنی کی لہر فطرت کا استعمال کیا جاتا ہے۔ ایک الیکٹران مائیکروسکوپ، جدید سائنسی تحقیق میں استعمال ہونے والا ایک موثر آلہ ہے کیونکہ اس کے ذریعے تقریباً 15 ملین گنا تکبیر (Magnification) حاصل کی جاسکتی ہے۔

یہ نوٹ کرنا بہت اہم ہے کہ ڈی۔براگلی کے مطابق، حرکت کرتی ہوئی ہر ایک شے میں لہر خاصیت پائی جاتی ہے۔ عام اشیا سے منسلک طولِ موج اتنے چھوٹے ہیں (ان کی زیادہ کمیت کی وجہ سے) کہ ان کی لہر خاصیت شناس نہیں کی جاسکتی۔ الیکٹران اور دوسرے ذیلی ایٹمی ذرات (جن کی کمیت بہت کم ہوتی ہے) سے منسلک طولِ موج کو تجربات کے ذریعے شناس کیا جاسکتا ہے۔ مندرجہ ذیل مسئلہ سے حاصل ہونے والے نتائج اس نکتہ کو کیفیتی طور سے ثابت کرتے ہیں۔

مسئلہ 2.12

0.1 kg کمیت کی ایک گیند کی طولِ موج کیا ہوگی، جبکہ وہ $10 ms^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کررہی ہو۔

حل

ڈی براگلی مساوات (2.22) کے مطابق

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{(6.626\times10^{-34}\,Js)}{(0.1\,kg)(10\,m\,s^{-1})}$$

$$= 6.626 \times 10^{-34}\ m \quad (J = kg\,m^2\,s^{-2})$$

مسئلہ 2.13

ایک الیکٹران کی کمیت $9.1\times10^{-31} kg$ ہے۔ اگر اس کی حرکی توانائی $3.0\times10^{-25} J$ ہے تو اس کے طولِ موج کا حساب لگائیے۔

حل

کیونکہ

$$K.E. = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \left(\frac{2K.E.}{m}\right)^{1/2} = \left[\frac{2\times3.0\times10^{-25}\,kgm^2s^{-2}}{(9.1\times10^{-31}\,kg)}\right]^{1/2}$$

$$= 812\,ms^{-1}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626\times10^{-34}\,Js}{(9.1\times10^{-31}\,kg)(812\,m\,s^{-1})}$$

$$= 8967\times10^{-10}\,m = 896.7\,nm$$

مسئلہ 2.14

ایک فوٹان کی کمیت معلوم کیجیے، جس کا طولِ موج 3.6Å ہے

حل: $\lambda = 3.6Å = 3.6\times10^{-10}\,m$

روشنی کی رفتار = فوٹان کی رفتار

$$m = \frac{h}{\lambda v} = \frac{6.626\times10^{-34}\,Js}{(3.6\times10^{-10}\,m)(3\times10^{8}\,m\,s^{-1})}$$

$$= 6.135 \times 10^{-29}\ kg$$

2.5.2 ہائزنبرگ کا عدم یقینی اصول (Heisenberg's Uncertainty Principle)

ایک جرمن طبیعیات داں، ورنر ہائزنبرگ (Werner Heisenberg) نے 1927 میں عدم یقینی اصول (Uncertainty Principle) بیان کیا، جو مادے اور اشعاع کی دہری طبع کا نتیجہ ہے۔ اس کا بیان ہے کہ ''ایک الیکٹران کا بالکل درست مقام اور بالکل درست معیار حرکت (یا رفتار)، ہمہ وقت (simultaneously) معلوم کرنا ناممکن ہے:''

ریاضیاتی شکل میں اسے مساوات (2.23) کے ذریعے بیان کیا جاسکتا ہے۔

$$\Delta x \times \Delta p_x \geq \frac{h}{4\pi} \qquad (2.23)$$

یا

$$\Delta x \times \Delta(mv_x) \geq \frac{h}{4\pi}$$

یا

$$\Delta x \times \Delta v_x \geq \frac{h}{4\pi m}$$

جہاں Δx ذرے کے مقام میں عدم یقینی ہے اور Δp_x (یا Δv_x) ذرے کے معیارحرکت (یا رفتار) میں عدم یقینی ہے۔ اگر ایک الیکٹران کا مقام زیادہ درجہ کی درستگی صحت کے ساتھ معلوم ہے (Δx چھوٹا ہے)' تو

الیکٹران کی رفتار غیر یقینی ہوگی [$\Delta(v_x)$ بڑا ہوگا]۔ دوسری طرف اگر الیکٹران کی رفتار درستگی صحت کے ساتھ معلوم ہے، [$\Delta(v_x)$ چھوٹا ہے] تو الیکٹران کا مقام غیر یقینی ہوگا (Δx بڑا ہوگا)۔ اس لیے اگر ہم الیکٹران کا مقام اور اس کی رفتار معلوم کرنے کے لیے کوئی طبعی پیائش کریں تو نتیجہ میں حاصل ہونے والی تصویر ہمیشہ دھندلی اور غیر واضح ہوگی۔

عدم یقینی اصول کو ایک مثال کے ذریعے سب سے اچھی طرح سمجھا جاسکتا ہے۔ فرض کیجیے کہ آپ کو ایک کاغذ کی موٹائی ایسی میٹر چھڑ سے ناپنے کے لیے کہا گیا ہے، جس پر نشانات لگے ہوئے نہیں ہیں۔ ظاہر ہے کہ آپ جو نتائج حاصل کریں گے وہ بہت زیادہ غیر درست اور بے معنی ہوں گے۔ کچھ بھی درستگی صحت حاصل کرنے کے لیے، آپ کو چاہیے کہ آپ ایسا آلہ استعمال کریں، جس پر کاغذ کی موٹائی سے چھوٹی اکائیوں کے نشانات لگے ہوں۔ اس مماثلت کے مطابق، ایک الیکٹران کا مقام معلوم کرنے کے لیے ہمیں ایسی میٹر چھڑ استعمال کرنا لازمی ہے جس میں لگے ہوئے نشانات کی اکائیاں، الیکٹران کے ابعاد (Dimension) سے چھوٹی ہوں۔ (یہ بات ذہن میں رکھیں کہ الیکٹران کو ایک نقطہ چارج مانا جاتا ہے اور اس لیے اس کا کوئی ابعاد نہیں ہیں۔) ایک الیکٹران کا مشاہدہ کرنے کے لیے ہمیں اسے روشنی یا برق مقناطیسی اشعاع سے منور کرنا پڑے گا۔ ضروری ہے کہ استعمال کی جانے والی روشنی کا طولِ موج الیکٹران کے ابعاد سے چھوٹا ہو۔ ایسی روشنی کے زیادہ معیار حرکت والے فوٹان $[p = \frac{h}{\lambda}]$ ، الیکٹرانوں سے ٹکرا کر ان کی توانائی تبدیل کردیں گے۔ اس عمل کے دوران، ہم بے شک، الیکٹران کے مقام کا حساب تو لگا سکیں گے، لیکن تصادم کے بعد الیکٹران کی رفتار کے بارے میں بہت کم جان سکیں گے۔

عدم یقینی کے اصول کی اہمیت (Significance of Uncertainty Principle)

ہائزنبرگ کے عدم یقینی کے اصول کا ایک اہم نتیجہ یہ ہے کہ یہ الیکٹران اور اس جیسے دوسرے ذرات کے متعین راستوں اور خطوط حرکت (Trajectories) کی موجودگی کو خارج کرتا ہے۔ ایک شے کا خطِ حرکت، مختلف لمحات پر، اس کے مقام اور اس کی رفتار کے ذریعے معلوم کیا جاتا ہے۔ اگر ہمیں یہ معلوم ہو کہ ایک خاص لمحہ وقت پر ایک جسم کہاں ہے اور اگر ہمیں یہ بھی معلوم ہو کہ اُس لمحہ وقت پر اس کی رفتار کیا ہے اور اس پر کون سی قوتیں کام کر رہی ہیں، تو ہم بتا سکتے ہیں کہ کچھ دیر بعد، ایک دوسرے لمحہ وقت پر، وہ جسم کہاں ہوگا۔ اس لیے ہم یہ نتیجہ اخذ کرتے ہیں کہ ایک شے کا مقام اور اس کی رفتار، اس شے کا خطِ حرکت متعین کرتے ہیں۔ کیونکہ ایک ذیلی ایٹمی شے جیسے ایک الیکٹران، کے لیے یہ ممکن نہیں ہے، کہ کسی دیے ہوئے لمحہ وقت پر، اس کا مقام اور اس کی رفتار، ہمہ وقت (Simultaneously) ایک اختیاری (Arbitrary) درستگی صحت (Precision) کے ساتھ معلوم کی جا سکے، اس لیے ایک الیکٹران کے خطِ حرکت کی بات کرنا بھی ممکن نہیں ہے۔

ہائزنبرگ کے عدم یقینی اصول کا اثر صرف خوردبینی اشیا (Microscopie Objects) کے لیے ہی اہم ہے اور کلاں اشیا (Macro Objects) کے لیے قابلِ نظر انداز ہے۔ اسے مندرجہ ذیل مثال سے سمجھا جاسکتا ہے۔

اگر عدم یقینی اصول کا اطلاق ایک ایسی شے پر کیا جائے، جس کی کمیت، مان لیجیے، ایک ملی گرام (10^{-6}kg) کے قریب ہے، تو

$$\Delta v.\Delta x = \frac{h}{4\pi.m}$$

$$\Delta v.\Delta x = \frac{6.626\times10^{-34}\ \text{J s}}{4\times3.1416\times10^{-6}\ \text{kg}} \approx 10^{-28}\text{m}^2\text{s}^{-1}$$

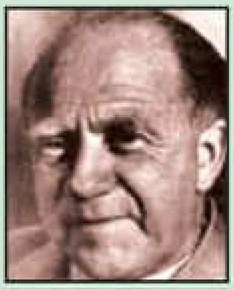
حاصل ہوئی $\Delta v \Delta x$ کی قدر بہت زیادہ چھوٹی ہے لہٰذا غیر اہم ہے۔ **اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ ملی گرام ناپ کی یا اس سے بھاری اشیا کے ساتھ منسلک عدم یقینی حقیقی قابلِ لحاظ اثر نہیں ڈالتیں۔**

دوسری طرف، ایک الیکٹران جیسے خوردبینی ذرہ کے لیے، حاصل ہونے والی $\Delta v.\Delta x$ کی قدر اس سے کہیں زیادہ ہے اور عدم یقینی حقیقت میں موثر ہیں۔ مثال کے طور پر، ایک الیکٹران، جس کی کمیت 9.11×10^{-31}kg ہے، کے لیے، ہائزنبرگ عدم یقینی اصول کے مطابق:

$$\Delta v.\Delta x = \frac{h}{4\pi.m}$$

$$= \frac{6.626\times10^{-34}\ \text{Js}}{4\times3.1416\times9.11\times10^{-31}\ \text{kg}}$$

$$= 10^{-4}\text{m}^2\text{s}^{-1}$$



ورنرہائزنبرگ (1901-1976) نے 1923 میں میونخ یونیورسٹی سے طبیعات میں پی۔ایچ۔ڈی۔ کی سند حاصل کی۔ اس کے بعد انھوں نے ایک برس گوٹنجن (Gottingen) میں میکس بورن کے ساتھ اورتین برس کوپن ہیگن میں نیلس بوھر کے ساتھ کام کرتے ہوئے گزارے۔ وہ 1927 سے 1941 تک لیپزگ (Leipzig) یونیورسٹی میں طبیعات کے پروفیسر رہے۔ عالمی جنگ II کے دوران ہائزنبرگ کی ایٹم بم پر جرمن ریسرچ کے انچارج رہے۔ جنگ کے بعد انھیں گوٹنجن میں میکس پلانک انسٹی ٹیوٹ فار فزکس کا ڈائرکٹر نامزد کیا گیا۔ وہ ایک ماہر کوہ پیما بھی تھے۔ ہائزنبرگ کو 1932 میں طبیعات کا نوبل انعام دیا گیا۔

اس کا مطلب ہے کہ اگر کوئی شخص الیکٹران کا مقام، صرف 10^{-8}m کی عدم یقینی کے ساتھ، معلوم کرنا چاہتا ہے، تو اس کی رفتار میں عدم یقینی Δv ہوگی:

$$\frac{10^{-4}\, m^2 s^{-1}}{10^{-8}\, m} = 10^{+4}\, m\, s^{-1}$$

جو اتنی زیادہ ہے کہ بوہر کے مداروں (متعین) میں گھومتے ہوئے الیکٹرانوں کی کلاسیکی تصویر درست نہیں ہوسکتی۔ اس کا مطلب ہے کہ الیکٹرانوں کے مقام اور ان کی رفتار کے بالکل درست بیانوں کو، احتمال (Probability) کے ان بیانات سے تبدیل کرنا ہوگا۔ جو الیکٹران کے لیے دیے ہوئے مقام یا معیار حرکت کا ہے۔ ایٹم کے کوانٹم میکانیکی ماڈل میں یہی ہوتا ہے۔

مسئلہ 2.15

ایک ایٹم میں 0.1Å کے فاصلے کے اندر ایک الیکٹران کا مقام متعین کرنے کے لیے ایک خوردبین استعمال کیا جاتا ہے، جس میں مناسب فوٹان استعمال کیے جاتے ہیں۔ اس کی رفتار کی پیمائش میں کتنی عدم یقینی شامل ہوگی؟

حل

$$\Delta x\, \Delta p = \frac{h}{4\pi} \quad \text{or} \quad \Delta x\, m\Delta v = \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta v = \frac{h}{4\pi \Delta x\, m}$$

$$\Delta v = \frac{6.626\times10^{-34}\ Js}{4\times3.14\times0.1\times10^{-10} m\times9.11\times10^{-31}\ kg}$$

$$= 0.579\times10^{7}\ m\ s^{-1}\ \ (1J = 1\ kg\ m^2\ s^{-2})$$

$$= 5.79\times10^{6}\ m\ s^{-1}$$

مسئلہ 2.16

ایک گولف گیند کی کمیت 40g اور چال 45 m/s ہے۔ اگر چال 2% کی درستگی صحت کے ساتھ ناپی جاسکتی ہے، تو اس کے مقام میں عدم یقینی کا حساب لگایئے۔

حل

چال میں عدم یقینی ہے، 2%، یعنی کہ

$$45 \times \frac{2}{100} = 0.9\, m\, s^{-1}$$

مساوات: (2.2) استعمال کرتے ہوئے

$$\Delta x = \frac{h}{4\pi m\, \Delta v}$$

$$= \frac{6.626\times10^{-34}\ Js}{4\times3.14\times40g \times 10^{-3}\ kg\, g^{-1}\ (0.9\, m\, s^{-1})}$$

$$= 1.46\times10^{-33}\ m$$

یہ تقریباً ایک ایٹمی نیوکلیس کے قطر سے تقریباً 10^{18}~ گنا چھوٹی ہے۔ جیسا کہ اوپر بیان کیا جاچکا ہے، بڑے ذرات کے لیے، عدم یقینی اصول، پیمائشوں کی درستگی صحت کے لیے کوئی بامعنی حدود نہیں قائم کرتا۔

بوہر ماڈل کی ناکامی کے اسباب (Reasons for the Failure of the Bohr Model)

اب ہم بوہر ماڈل کی ناکامی کے اسباب سمجھ سکتے ہیں۔ بوہر ماڈل میں ایک الیکٹران کو ایک چارج شدہ ذرہ مانا جاتا ہے۔ جو نیوکلیس کے گرد دائری مداروں میں حرکت کررہا ہے۔ بوہر ماڈل میں الیکٹران کی لہر فطرت کا لحاظ نہیں رکھا جاتا۔ مزید یہ کہ مدار ایک بہ خوبی معرف راستہ ہے اور اس

راستہ کی مکمل طور پر تعریف صرف اسی وقت کی جا سکتی ہے، جبکہ بالکل ایک ہی وقت پر الیکٹران کا مقام اور اس کی رفتار دونوں معلوم ہوں۔ یہ ہائزنبرگ کے عدم یقینی اصول کے مطابق ممکن نہیں ہے۔ اس لیے ہائڈروجن ایٹم کا بوھر ماڈل نہ صرف مادے کے دھرے طرز عمل کو نظر انداز کرتا ھے، بلکہ ھائزنبرگ کے عدم یقینی اصول کی تغلیط بھی کرتا ھے۔ بوہر ماڈل کی ان بنیادی خامیوں کے پیش نظر، بوہر ماڈل کی توسیع دوسرے عناصر کے لیے کرنے کی کوئی وجہ نہیں تھی۔ دراصل، ایٹم کی ساخت کے اس ادراک کی ضرورت تھی جو مادہ کے لہر ذرہ دہرے پن کو سمجھا سکے اور ہائزنبرگ کے عدم یقینی اصول سے ہم آہنگ ہو۔ یہ کوانٹم میکینکس (Quantum Mechanics) کے ظہور سے ممکن ہو سکا۔

2.6 ایٹم کا کوانٹم میکینکس ماڈل (Quantum Mechanical Model of Atom)

کلاسیکی مکانک، جو نیوٹن کے حرکت کے قوانین پر مبنی ہے، تمام کلاں اشیا جیسے گرتا ہوا پتھر، مدار میں چکر لگاتے ہوئے سیارے، وغیرہ کی حرکت کو کامیابی کے ساتھ بیان کرتی ہے، جن کا طرز عمل صرف ذرات کی طرح کا ہوتا ہے، جیسا کہ پچھلے باب میں بیان کیا گیا ہے۔ لیکن کلاسیکی میکینکس اس وقت ناکام ہو جاتی ہے، جب اس کا اطلاق خوردبینی اشیا جیسے الیکٹران، ایٹم، سالمات وغیرہ پر کیا جاتا ہے۔ اس کی خاص وجہ یہ ہے کہ کلاسیکی مکانک، خاص طور پر ذیلی ایٹمی ذرات کے لیے مادہ کے دہرے طرز عمل اور عدم یقینی اصول کو نظر انداز کر دیتی ہے۔ سائنس کی وہ شاخ جو مادے کے اس دہرے طرز عمل کا لحاظ رکھتی ہے، کوانٹم میکینکس کہلاتی ہے۔

کوانٹم میکینکس ایک نظریاتی سائنس ہے، جس میں ان خوردبینی اشیا کا، جو موج اور ذرہ دونوں طرح کی خاصیتوں کا اظہار کرتی ہیں، مطالعہ کیا جاتا ہے۔ یہ حرکت کے ان قوانین کو متعین کرتی ہے جو ان اشیا پر لاگو ہوتے ہیں۔ جب کوانٹم کا اطلاق کلاں اشیا پر کیا جاتا ہے۔ (جن کے لیے لہریاتی خاصیتیں غیر اہم ہیں) تو وہی نتائج حاصل ہوتے ہیں جو کلاسیکی مکانک سے حاصل ہوتے ہیں۔

کوانٹم میکینکس کو 1926 میں ورنر ہائزنبرگ اور ارون شروڈنگر نے، علیحدہ علیحدہ کام کرتے ہوئے فروغ دیا۔ لیکن یہاں ہم اس کوانٹم میکینکس سے بحث کریں گے جو موج حرکت کے تصورات پر مبنی ہے۔



ارون شیروڈنگر
(1857-1961)

ایک آسٹریائی طبیعیات داں، ارون شرو ڈنگر (Erwin Schrodinger) نے *1910* میں نظریاتی طبیعیات میں ویانا یونیورسٹی (University of Vienna) سے پی۔ایچ۔ڈی کی سند حاصل کی۔ *1927* میں شرو ڈنگر نے برلن یونیورسٹی میں میکس پلانک (Max Planck) کی درخواست پر ان کی جگہ لی۔ *1933* میں شروڈونگر نے برلن چھوڑ دیا کیونکہ وہ ہٹلر اور نازی پالیسیوں کے خلاف تھے اور *1936* میں آسٹریا واپس لوٹ آئے۔ آسٹریا میں جرمنی کی فوجی لڑروائی کے بعد شروڈنگر کو زبردستی پروفیسر شپ سے ہٹا دیا گیا۔ وہ پھر ڈبلن، آئرلینڈ (Dublin-Ireland) چلے گئے اور وہاں 7 سال تک رہے۔ *1933* میں انھیں پی۔اے۔ایم۔ ڈراک (P.A.M. Dirac) کے ساتھ نشہ کہ طور پر طبیعیات کے نوبل انعام سے نوازا گیا۔ کر

کوانٹم میکینکس کی بنیادی مساوات شروڈنگر نے دی اور اس کے لیے انھیں 1933 میں نوبل انعام سے نوازا گیا۔ یہ مساوات جس میں، جیسا کہ ڈی براگلی نے تجویز کیا تھا، مادے کی لہر ذرہ دوئی (Duality) شامل ہے، کافی پیچیدہ ہے اور اسے حل کرنے کے لیے اعلیٰ ریاضی کی معلومات درکار ہے۔ آپ مختلف نظاموں کے لیے اس کے حل اعلیٰ جماعتوں میں سیکھیں گے۔

ایک ایسے نظام کے لیے (جیسا کہ ایک ایٹم یا ایک سالمہ، جس کی توانائی وقت کے ساتھ تبدیل نہیں ہوتی)، شروڈنگر مساوات اس طرح لکھی جاتی ہے: $\hat{H}\psi = E\psi$ جہاں $\hat{H}$ ایک ریاضیاتی آپریٹر (Operator) ہے جو ہیملٹونین (Hamiltonian) کہلاتا ہے۔ شروڈنگر نے اس آپریٹر کو نظام کی کل توانائی کی عبارت سے تشکیل دینے کی ایک ترکیب بتائی۔ نظام کی کل توانائی میں تمام ذیلی ذرات (الیکٹران، نیوکلیس) کی حرکی توانائیاں، الیکٹرانوں اور نیوکلیوں کے درمیان کشش مضمر (Attractive Potential) اور الیکٹرانوں نیز نیوکلیوں کے درمیان، علیحدہ علیحدہ، دافع مضمر (Repulsive Potential) شامل ہیں۔ اس مساوات کا حل E اور ψ دیتا ہے۔

ہائڈروجن ایٹم اور شروڈنگر مساوات (Hydrogen Atom and the Schrodinger Equation)

جب ہائڈروجن ایٹم کے لیے شروڈنگر مساوات حل کی جاتی ہے، تو حل وہ تمام ممکنہ انرجی لیول مہیا کرتا ہے جہاں الیکٹران پائے جاسکتے ہیں اور ہر انرجی لیول سے منسلک الیکٹران سے مطابقت رکھنے والا لہر۔ تفاعل (Wave Function) بھی حاصل ہوتا ہے۔ یہ کوانٹمی توانائی حالتیں اور ان کے نظیری لہر۔ تفاعل، جن کی خاصیتیں تین کوانٹم اعداد کے ایک سیٹ سے بیان کی جاتی ہیں (پرنسپل کوانٹم نمبر n، **سمت راسی (Azimuthal) کوانٹم عدد l اور مقناطیسی کوانٹم عدد** m_l) جو شروڈنگر مساوات کے حل میں قدرتی نتائج کے طور پر حاصل ہوتے ہیں۔ جب ایک الیکٹران کسی بھی توانائی حالت میں ہوتا ہے، تو اس توانائی حالت کے نظیری لہر تفاعل الیکٹران کے بارے میں تمام معلومات رکھتا ہے۔ لہر تفاعل ایک ریاضیاتی تفاعل ہے، جس کی قدر ایٹم میں الیکٹران کے کوآرڈینیٹ (Coordinates) پر مبنی ہے اور اس کے کوئی طبعی معنی نہیں ہوتے۔ ہائڈروجن یا ہائڈروجن جیسی انواع (جن میں ایک الیکٹران ہوتا ہے) کے یہ لہر تفاعل **ایٹمی ارٹبل** (Atomic Orbitals) کہلاتے ہیں۔ ایسے موج۔ تفاعلات جو ایک الیکٹران نوع سے متعلق ہوتے ہیں، ایک الیکٹران نظام کہلاتے ہیں۔ ایک ایٹم کے اندر کسی ایک نقطے پر الیکٹران کے پائے جانے کا احتمال، اس نقطہ پر $|\psi|^2$ کے متناسب ہوتا ہے۔ ہائڈروجن ایٹم کے کوانٹم میکانیکی نتائج، کامیابی کے ساتھ، ہائڈروجن ایٹم طیف کے تمام پہلوؤں کی پیشین گوئی کرتے ہیں اور ساتھ ہی ان مظاہر کی وضاحت بھی کرتے ہیں جن کی وضاحت بوہر ماڈل نہیں کرسکا تھا۔

کثیر۔ الیکٹرانی ایٹموں پر شروڈنگر مساوات کے اطلاق میں ایک دشواری پیش آتی ہے: کثیر الیکٹرانی ایٹم کے لیے شروڈنگر مساوات کو بالکل درستگی کے ساتھ حل نہیں کیا جاسکتا۔ اس مشکل پر تقریبی طریقوں (Approximate Methods) کو استعمال کرکے قابو پایا جاسکتا ہے۔ جدید کمپیوٹروں کی مدد سے کی گئی ایسی تحسیبات سے ظاہر ہوتا ہے کہ ہائڈروجن کے علاوہ دوسرے ایٹموں کے ارٹبل، اوپر بیان کیے گئے ہائڈروجن ارٹبل سے بنیادی طور پر مختلف نہیں ہوتے۔ خاص فرق نیوکلیائی چارج میں اضافے کے نتائج کی وجہ سے ہوتا ہے۔ اس کی وجہ سے تمام ارٹبل کچھ سکڑ جاتے ہیں۔ مزید، جیسا کہ آپ آگے دیکھیں گے (ذیلی سیکشن 2.6.3 اور 2.6.4 میں)، ہائڈروجن یا ہائڈروجن جیسی انواع کے برخلاف، جن کی توانائیاں صرف کوانٹمی عدد n پر منحصر ہیں، کثیر الیکٹرانی ایٹموں کی توانائیاں کوانٹمی اعداد n اور l پر منحصر ہیں۔

ایٹم کے کوانٹم میکانیکی ماڈل کی اہم خاصیتیں

ایٹم کا کوانٹم میکانیکی ماڈل، ایٹم کی ساخت کی وہ تصویر ہے۔ جو ایٹموں پر شروڈنگر مساوات کے اطلاق سے ابھرتی ہے۔ ایٹم کے کوانٹم میکانیکی ماڈل کی اہم خصوصیات مندرجہ ذیل ہیں:

1۔ ایٹموں میں الیکٹرانوں کی توانائی کوانٹمی ہوتی ہے (یعنی کہ اس کی صرف کچھ مخصوص قدریں ہوسکتی ہیں)، جبکہ ایٹم میں الیکٹران نیوکلیس سے بندھے ہوتے ہیں۔

2۔ کوانٹمی الیکٹرانی انرجی لیول کی موجودگی الیکٹرانوں کی لہر جیسی خاصیتوں کا براہِ راست نتیجہ ہے اور یہ شروڈنگر لہر مساوات کے تسلیم شدہ حل (Allowed Solutions) ہیں۔

3۔ ایک ایٹم میں ایک الیکٹران کا قطعی مقام (Exact Position) اور اس کی قطعی رفتار، دونوں ہمہ وقت (Simultaneously) نہیں معلوم کیے جاسکتے (ہائزنبرگ عدم یقینی اصول)۔ اس لیے، ایٹم میں ایک الیکٹران کا راستہ کبھی بھی درستگی صحت کے ساتھ نہیں معلوم کیا جاسکتا۔ اسی وجہ سے، جیسا کہ آپ آگے دیکھیں گے، ہم صرف ایک ایٹم میں، اس کے مختلف نقاط پر الیکٹران کے پائے جانے کے احتمال کی بات کرتے ہیں۔

4۔ ایک ایٹمی ارٹبل، کسی ایٹم میں الیکٹران کے لیے لہر تفاعل ψ ہے۔ جب بھی کسی الیکٹران کو ایک لہر تفاعل کے ذریعے بیان کیا جاتا ہے، تو ہم کہتے ہیں کہ الیکٹران اُس ارٹبل کو گھیرے ہوئے یا اس ارٹبل میں ہے۔ کیونکہ ایک الیکٹران کے لیے ایسے بہت سے لہر۔ تفاعلات ممکن ہیں، اس لیے ایک ایٹم میں کئی ایٹمی ارٹبل ہوتے ہیں۔ یہ ''ایک الیکٹران ارٹبل لہر تفاعل'' یا ارٹبل ایٹموں کی الیکٹرانی ساخت کی بنیاد تشکیل دیتے ہیں۔ ہر ارٹبل میں، الیکٹران کی ایک متعین توانائی ہوتی ہے۔ ایک ارٹبل میں دو سے زیادہ الیکٹران نہیں ہوسکتے۔ ایک کثیر الیکٹرانی ایٹم میں الیکٹران مختلف ارٹبل میں، توانائی کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں، بھرے ہوتے ہیں۔ اس لیے ایک کثیر الیکٹرانی ایٹم کے ہر الیکٹران کے لیے ایک ارٹبل لہر۔ تفاعل ہونا چاہیے جو اس ارٹبل کی خاصیت ہو جس میں الیکٹران پایا

جائے۔ ایک ایٹم میں الیکٹران کے بارے میں تمام معلومات اس کے اربٹل لہر تفاعل ψ میں محفوظ ہوتی ہے اور کوانٹم میکینکس کی مدد سے اس معلومات کو ψ سے حاصل کرنا ممکن ہوجاتا ہے۔

5۔ ایک ایٹم کے اندر کسی ایک نقطہ پر الیکٹران کے پائے جانے کا احتمال، اس نقطہ پر اربٹل موج تفاعل کے مربع کے راست متناسب ہے، یعنی کہ $|\psi|^2$ کو بہ طور احتمال کثافت (Probability density) جانا جاتا ہے اور یہ ہمیشہ مثبت ہوتی ہے۔ ایک ایٹم میں مختلف نقاط پر $|\psi|^2$ کی قدر کے ذریعے، نیوکلیس کے اردگرد اس خطے کی پیشین گوئی کرنا ممکن ہے جہاں الیکٹران کے پائے جانے کا احتمال سب سے زیادہ ہے۔

2.6.1 اربٹل اور کوانٹم نمبر (Orbitals and Quantum Numbers)

ایک ایٹم میں اربٹل کی ایک بڑی تعداد ممکن ہے۔ کیفیتی طور پر (Qualitatively) ان اربٹل میں امتیاز ان کے سائز، شکل اور تشریق (Orientation) کے ذریعے کیا جاسکتا ہے۔ ایک مقابلتاً کم سائز کے اربٹل کا مطلب ہے کہ الیکٹران کا نیوکلیس کے نزدیک پائے جانے کا امکان زیادہ ہے۔ اسی طرح سے شکل اور تشریق کا مطلب ہے کہ الیکٹران کا کسی ایک سمت میں، دوسری سمتوں کے مقابلے میں، پائے جانے کا احتمال زیادہ ہے۔ ایٹمی اربٹل میں امتیاز، کوانٹمی اعداد کے ذریعے کیا جاتا ہے۔ ہر اربٹل کو تین کوانٹمی عدد دیے جاتے ہیں، جنھیں n، l اور m_l نام دیے جاتے ہیں۔

پرنسپل کوانٹم نمبر n، ایک مثبت صحیح عدد ہے اور اس کی قدریں ہوسکتی ہیں! $n = 1,2,3......$ پرنسپل کوانٹم نمبر اربٹل کا سائز اور بڑی حد تک اس کی توانائی کا تعین کرتا ہے۔ ہائڈروجن ایٹم اور ہائڈروجن جیسے انواع کے لیے (He^+، Li^{2+}،...... وغیرہ) اربٹل کی توانائی اور اس کا سائز صرف 'n' پر منحصر ہے۔

پرنسپل کوانٹم نمبر، شیل (Shell) کی بھی شناخت کرتا ہے۔ n کی قدر میں اضافہ کے ساتھ، تسلیم شدہ اربٹل کی تعداد میں اضافہ ہوتا ہے۔ اور یہ تعداد n^2 سے ظاہر کی جاتی ہے۔ n کی ایک دی ہوئی قدر کے تمام اربٹل ایٹم کا ایک واحد شیل تشکیل دیتے ہیں اور یہ مندرجہ ذیل حروف سے ظاہر کیے جاتے ہیں:

n =	1	2	3	4	....
شیل =	K	L	M	N	....

n میں اضافہ کے ساتھ اربٹل کے سائز میں اضافہ ہوتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں الیکٹران نیوکلیس سے زیادہ فاصلے پر پایا جائے گا۔ کیونکہ منفی چارج شدہ الیکٹران کو مثبت چارج شدہ نیوکلیس سے دور لے جانے میں توانائی درکار ہوگی، اس لیے n میں اضافہ کے ساتھ، اربٹل کی توانائی میں، اضافہ ہوگا۔

سمت راس کوانٹمی عدد 'l' (Azimuthal Quantum Number) **اربٹل زاویائی معیار حرکت** (Orbital Angular Momentum) یا **ذیلی کوانٹمی عدد** (Subsidiary Quantum Number) بھی کہلاتا ہے۔

یہ مدراچہ کی سہ ابعادی شکل کو معرف کرتا ہے۔ n کی ایک دی ہوئی قدر کے لیے، l کی n قدریں ہوسکتی ہیں، جن کی وسعت 0 سے $(n-1)$ تک ہوتی ہے۔ یعنی کہ n کی ایک دی ہوئی قدر کے لیے l کی ممکنہ قدریں ہیں: $l = 0, 1, 2, ..., (n-1)$

مثال کے طور پر، اگر $n = 1$ ہے تو l کی قدر صرف 0 ہے۔ $n=2$ کے لیے، l کی ممکنہ قدریں 0 اور 1 ہیں $n=3$ کے لیے، l کی ممکنہ قدریں 0، 1 اور 2 ہیں۔

ہر ایک شیل ایک یا اس سے زیادہ ذیلی شیل یا سب لیول (Sub Level) پر مشتمل ہوتا ہے۔ ایک پرنسپل شیل (Principal Shell) میں ذیلی شیل کی تعداد n کے مساوی ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر پہلے شیل $(n=1)$ میں صرف ایک تحت شیل ہوتا ہے، جو $l = 0$ سے مطابقت رکھتا ہے۔ دوسرے شیل $(n = 2)$ میں دو ذیلی شیل $(l = 0,1)$ ہوتے ہیں، تیسرے شیل $(n = 3)$ میں 3 ذیلی شیل $(l = 0, 1, 2)$ ہوتے ہیں، اور اسی طرح ہر ذیلی شیل کو ایک راس سمت کوانٹمی عدد (l) دیا جاتا ہے۔ l کی مختلف قدروں سے مطابقت رکھنے والے ذیلی شیل مندرجہ ذیل علامتوں سے ظاہر کیے جاتے ہیں۔

l کی قدر :	0	1	2	3	4	5	.....
ذیلی شیل کی علامت	s	p	d	f	g	h	....

جدول 2.4 میں ایک دیے ہوئے پرنسپل کوانٹم نمبر کے لیے l کی مباح (Permissible) اقدار اور نظیری ذیلی شیل ترسیم دی گئی ہے۔

جدول 2.4 ذیلی شیل علامتیں

n	l	ذیلی شیل ترسیم
1	0	1s
2	0	2s
2	1	2p
3	0	3s
3	1	3p
3	2	3d
4	0	4s
4	1	4p
4	2	4d
4	3	4f

مقناطیسی اربٹل کوانٹم نمبر (Magnetic Orbital Quantum) m_l کورآڈینیٹ محوروں کے معیاری سیٹ (Standard Set of Coordinate Axes) کے لحاظ سے اربٹل کی مکانی تشریق (Spatial Orientation) کے بارے میں معلومات فراہم کرتا ہے۔ کسی بھی ذیلی شیل کے لیے (جو l قدر سے معرف کیا جاتا ہے)، m_l کی $2l + 1$ قدریں ممکن ہیں اور یہ دی جاتی ہیں:

$$m_l = -l, -(l-1), -(l-2) \ldots 0, 1 \ldots (l-2), (l-1), l$$

اس لیے $l = 0$ کے لیے m_l کی مباح قدر صرف $m_l = 0$ ہے۔ (2(0)+1=2 ایک s اربٹل) $l = 2$ کے لیے: $m_l = -2, -1, 0, +1$ [5=(2+1) 2 پانچ d اربٹل] یہ نوٹ کرنا چاہیے کہ m_l کی قدریں l سے اخذ کی جاتی ہیں اور l کی قدر n سے اخذ کی جاتی ہے۔

اس لیے، ایٹم میں ہر اربٹل n، l اور m_l کی قدروں کے ایک سیٹ کے ذریعے معرف کیا جاتا ہے۔ ایک اربٹل جو: $n = 2, l = 1, m_l = 0$ سے بیان کیا جاتا ہے وہ دوسرے شیل کے p ذیلی شیل میں ایک اربٹل ہے۔ مندرجہ ذیل چارٹ ذیلی۔ شیل اور اس سے منسلک اربٹل کی تعداد کے درمیان رشتہ ظاہر کرتا ہے۔

l کے لیے قدر	0	1	2	3	4	5
ذیلی شیل ترسیم	s	p	d	f	g	h
اربٹل کی تعداد	1	3	5	7	9	11

الیکٹران اسپن 's': ایک ایٹمی اربٹل کو لیبل کرنے والے یہ تین کوانٹمی اعداد (n, l, m_l)، اس کی توانائی، اور تشریق (Orientation) کی تعریف کرنے کے لیے بھی بہ خوبی استعمال کیے جاسکتے ہیں۔ لیکن یہ تینوں اعداد، کثیر الیکٹرانی نظاموں میں حاصل ہونے والے خطی طیف کی وضاحت کرنے کے لیے کافی نہیں ہیں، کیونکہ کچھ خطوط دراصل ڈوبلیٹ (Doublet) (دو خطوط جو ایک دوسرے کے بہت قریب ہیں)، ٹرپلیٹ

اربٹ، اربٹل اور اس کی اہمیت

اربٹ اور اربٹل ہم معنی نہیں ہیں۔ ایک اربٹ، جیسا کہ بوہر نے تجویز کیا تھا' نیوکلیس کے گرد ایک دائری راستہ ہے، جس پر الیکٹران حرکت کرتا ہے۔ ہائزنبرگ کے عدم یقینی قانون کے مطابق الیکٹران کے اس راستہ کو بالکل درست طور پر بیان کرنا ناممکن ہے۔ بوہر کے اربٹ کا، اس لیے کوئی اصل معنی نہیں ہے اور ان کی موجودگی کا کبھی بھی تجربے کے ذریعے مظاہرہ نہیں کیا جاسکتا۔ دوسری طرف، ایک ایٹمی اربٹل ایک کوانٹم میکانیکی تصور ہے اور ایک ایٹم میں الیکٹران کے لہر تفاعل سے متعلق ہے۔ اس کی خاصیتیں تین کوانٹمی اعداد (n، l اور m_l) سے ظاہر کی جاتی ہیں اور اس کی قدر الیکٹران کے کوآرڈی نیٹ پر منحصر ہے۔ بذاتِ خود ψ کے کوئی طبعی معنی نہیں ہوتے۔ یہ لہر۔ تفاعل کا مربع، یعنی کہ $|\psi|^2$ ہے، جس کے طبعی معنی ہیں۔ ایک ایٹم میں کسی بھی نقطے پر $|\psi|^2$، اس نقطہ پر احتمال کثافت کی قدر ہے۔ احتمال کثافت $|\psi|^2$ احتمال فی اکائی حجم ہے اور $|\psi|^2$ اور ایک چھوٹے حجم (جو حجم عنصر کہلاتا ہے) کا حاصل ضرب ہے جس سے اس حجم میں الیکٹران کے پائے جانے کا احتمال حاصل ہوتا ہے (ایک چھوٹے حجم عنصر کو متعین کرنے کی وجہ یہ ہے کہ اسپیس (Space) میں ایک خطے سے دوسرے خطے تک $|\psi|^2$ تبدیل ہوتا رہتا ہے لیکن ایک چھوٹے حجم عنصر میں اس کی قدر کو مستقل مانا جاسکتا ہے۔) پھر دیے ہوئے حجم میں الیکٹران کے پائے جانے کے کل احتمال کا حساب $|\psi|^2$ اور اس سے مطابقت رکھنے والے حجم عنصر کے تمام حاصل ضرب کو جمع کرکے لگایا جاسکتا ہے۔ بس اس طرح سے ایک اربٹل میں الیکٹران کی احتمالی تقسیم (Probable Distribution) حاصل کرنا ممکن ہے۔

(Triplets) (تین خطوط جو بہت قریب قریب ہیں) وغیرہ کی شکل میں ظاہر ہوتے ہیں۔ یہ ان چند مزید انرجی لیول کی موجودگی تجویز کرتا ہے، جن کی پیشین گوئی تین کوانٹم اعداد کرتے ہیں۔

1925 میں، جارج اوہلن بیک (George Uhlenbeck) اور سیموئیل گاؤڈاسمٹ (Samuel Goudsmit) نے ایک چوتھے کوانٹم عدد کی موجودگی تجویز کی، جو الیکٹران اسپن کوانٹم عدد (m_s) کے طور پر جانا جاتا ہے۔ ایک الیکٹران اپنے محور پر گھومتا ہے، بالکل اسی طرح، جس طرح زمین سورج کے گرد چکر لگاتے ہوئے، اپنے محور پر گھومتی ہے۔ دوسرے لفظوں میں ایک الیکٹران کا برقی چارج اور کمیت کے ساتھ ساتھ ذاتی اسپن زاویائی کوانٹم نمبر (Intrinsic Spin Angular Quantum Number) بھی ہوتا ہے۔ الیکٹران کا اسپن زاویائی معیار ایک سمتیہ مقدار، ہے جس کی منتخب کیے گئے، محور کی نسبت سے، دو تشریقیں (Orientations) ہوسکتی ہیں۔ ان دو تشریقوں میں امتیاز، اسپن کوانٹم عدد m_s کے ذریعے کیا جاتا ہے، جس کی دو قدریں: $+½$ اور $–½$ ہوسکتی ہیں۔ یہ **الیکٹران کی دو اسپن حالتیں** (Spin States) کہلاتی ہیں اور عام طور سے دو تیروں کے ذریعے ظاہر کی جاتی ہیں: ↑ (اسپن اوپر) اور ↓ (اسپن نیچے)۔ ایسے دو الیکٹران جن کی m_s قدریں مختلف ہوں (ایک $+½$ اور دوسری $–½$) مخالف اسپن (Opposite Spin) کے الیکٹران کہلاتے ہیں۔ ایک اربٹل میں دو سے زیادہ الیکٹران نہیں پائے جاسکتے اور ان دونوں الیکٹرانوں کی اسپن بھی ایک دوسرے کے مخالف ہونا چاہیے۔

خلاصہ کے طور پر، یہ چار کوانٹم اعداد مندرجہ ذیل اطلاعات فراہم کرتے ہیں:

i) **n** شیل کی تعریف بیان کرتا ہے اربٹل کا سائز متعین کرتا ہے اور بڑی حد تک اربٹل کی توانائی بھی متعین کرتا ہے۔

ii) n^{th} شیل میں n ذیلی شیل ہوتے ہیں۔ **l** ذیلی شیل کی شناخت کرتا ہے اور اربٹل کی شکل متعین کرتا ہے (دیکھیے سیکشن 2.6.2)۔ ایک ذیلی شیل میں ہر ایک قسم کے $(2l + 1)$ اربٹل ہوتے ہیں، یعنی کہ، ایک s اربٹل $(l = 0)$، تین p اربٹل $(l = 1)$ اور پانچ d اربٹل $(l = 2)$، فی ذیلی شیل کچھ حد تک l بھی، ایک کثیر الیکٹرانی ایٹم میں اربٹل کی توانائی متعین کرتا ہے۔

iii) **m_l** اربٹل کی تشریق مقرر کرتا ہے۔ l کی ایک دی ہوئی قدر کے لیے m_l کی $(2l + 1)$ قدریں ہوتی ہیں، اتنی ہی جتنی کہ اربٹل کی تعداد فی ذیلی شیل ہوتی ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ اربٹل کی تعداد ان طریقوں کی تعداد کے مساوی ہے جتنی طرح سے ان کی تشریق کی جاسکتی ہے۔

iv) **m_s** الیکٹران کی اسپن کی تشریق سے متعلق ہے۔

مسئلہ 2.17

پرنسپل کوانٹم نمبر $n = 3$ سے منسلک اربٹل کی کل تعداد کیا ہوگی؟

حل

$n = 3$ کے لیے l کی ممکنہ قدریں: 0, 1, 2 ہیں۔ اس لیے ایک 3s اربٹل ($n = 3, l = 0$ اور $m_l = 0$) ہوگا، تین $3p$ اربٹل ($n = 3, l = 1$ اور $m_l = –1, 0, +1$) ہوں گے اور پانچ 3d اربٹل ($n = 3, l = 2$ اور $m_l = –2, –1, 0, +1+, +2$) ہوں گے۔

اس لیے اربٹل کی کل تعداد: $9 = 1 + 3 + 5$

یہی قدر مندرجہ ذیل رشتے کو استعمال کرکے بھی حاصل کی جاسکتی ہے:

اربٹل کی تعداد $n^2 = 3^2 = 9$

مسئلہ 2.18

s، p، d، f علامتوں کو استعمال کرتے ہوئے مندرجہ ذیل کوانٹم اعداد کے اربٹل بیان کیجیے۔

(a) $n = 2, l = 1$, (b) $n = 4, l = 0$,
(c) $n = 5, l = 3$, (d) $n = 3, l = 2$

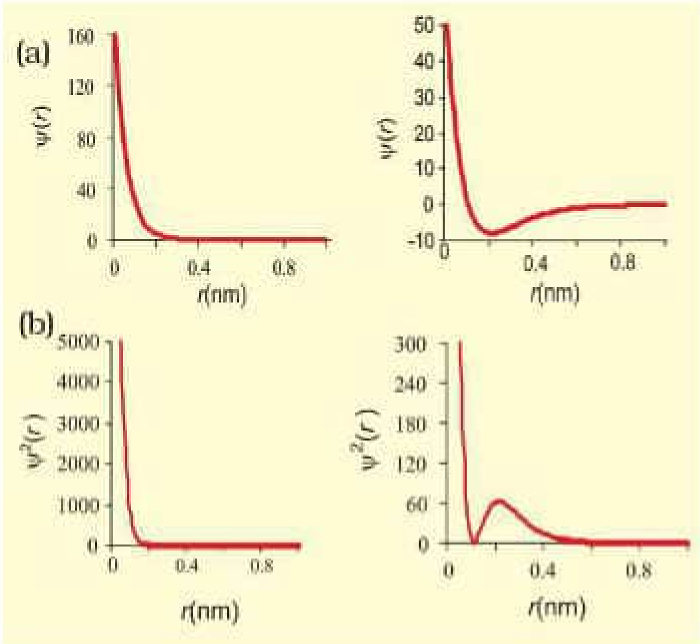
حل

	n	l	اربٹل
(a	2	1	$2p$
(b	4	0	$4s$
(c	5	3	$5f$
(d	3	2	$3d$

2.6.2 ایٹمی اربٹل کی شکلیں (Shapes of Atomic Orbitals)

کسی ایٹم میں ایک الیکٹران کے لیے اربٹل لہر تفاعل ψ کے کوئی طبعی معنی نہیں ہیں۔ یہ صرف الیکٹران کے کوآرڈی نیٹ کا ایک ریاضیاتی تفاعل ہے۔ تاہم مختلف اربٹل کے لیے، ان سے مطابقت رکھنے والے لہر تفاعلات کے گراف r کے تفاعل کے طور پر (نیوکلیس سے فاصلہ) مختلف ہوتے ہیں۔ شکل [2.12(a)] میں 1s ($n = 1$, $l = 0$) اور 2s ($n = 2$, $l = 0$) اربٹل کے لیے ایسے گراف دیے گئے ہیں۔

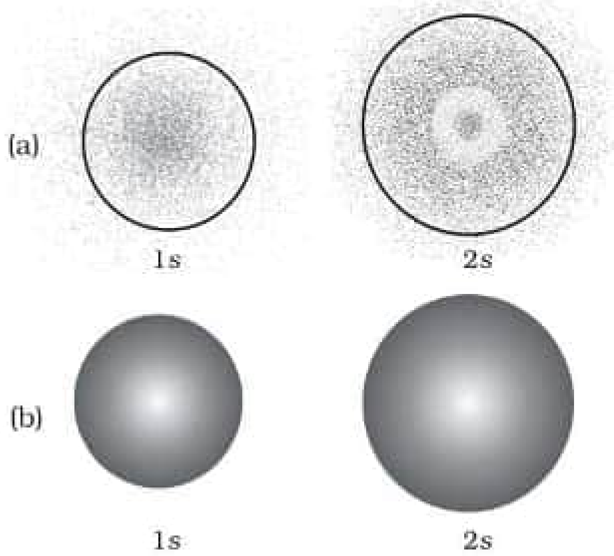
جرمن طبعیات داں، میکس بورن کے مطابق، ایک نقطہ پر لہر تفاعل کا مربع، اس نقطہ پر الیکٹران کی احتمال کثافت دیتا ہے۔ ψ^2 میں r کے تفاعل کے طور پر تغیر شکل 2.12 (b) میں دکھایا گیا ہے (1s اور 25 اربٹل کے لیے)۔ یہاں بھی آپ دیکھ سکتے ہیں کہ 1s اور 2s کے لیے منحنی (curves) مختلف ہیں۔



شکل 2.12 (a) اربٹل لہر تفاعل $\psi(r)$ کا گراف (b) 1s اور 2s اربٹل کے لیے الیکٹران کے نیوکلیس سے فاصلے r کے تفاعل کے طور پر، احتمال کثافت $\psi^2(r)$ کا تغیر۔

یہ نوٹ کیا جاسکتا ہے کہ 1s اربٹل کے لیے، احتمال کثافت نیوکلیس پر سب سے زیادہ (Maximum) ہوتی ہے اور جیسے جیسے ہم اس سے دور جاتے ہیں، یہ تیزی سے کم ہوتی جاتی ہے۔ دوسری طرف، 2s اربٹل کے لیے، احتمال کثافت پہلے تیزی سے کم ہوتی ہوئی صفر ہوجاتی ہے اور پھر بڑھنا شروع کر دیتی ہے۔ ایک چھوٹے میکزیما (Maxima) پر پہنچنے کے بعد r کی قدر میں مزید اضافہ ہونے پر، یہ پھر کم ہونے لگتی ہے اور صفر کے قریب پہنچ جاتی ہے۔ وہ خطّہ جس میں احتمال کثافت تفاعل کم ہو کر صفر ہوجاتا ہے، **نوڈل سطحیں** (Nodel Surface) یا صرف **نوڈ** کہلاتا ہے۔ عمومی شکل میں، یہ معلوم ہوا ہے کہ ns- اربٹل کے $(n - 1)$ نوڈ ہوتے ہیں، یعنی کہ نوڈ کی تعداد میں، پرنسپل کوانٹم نمبر n میں اضافے کے ساتھ اضافہ ہوتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں، 2s-اربٹل کے لیے نوڈ کی تعداد ایک ہوگی، 3s کے لیے دو ہوگی اور اسی طرح آگے بھی۔

اس احتمال کثافت تغیر کو چارج۔ بادل ڈائیگراموں شکل [2.13(a)] کے ذریعے سمجھا جاسکتا ہے۔ ان ڈائیگراموں میں، ایک خطّے میں نقطوں (Dots) کی کثافت اس خطّے میں الیکٹران احتمال کثافت کو ظاہر کرتی ہے۔



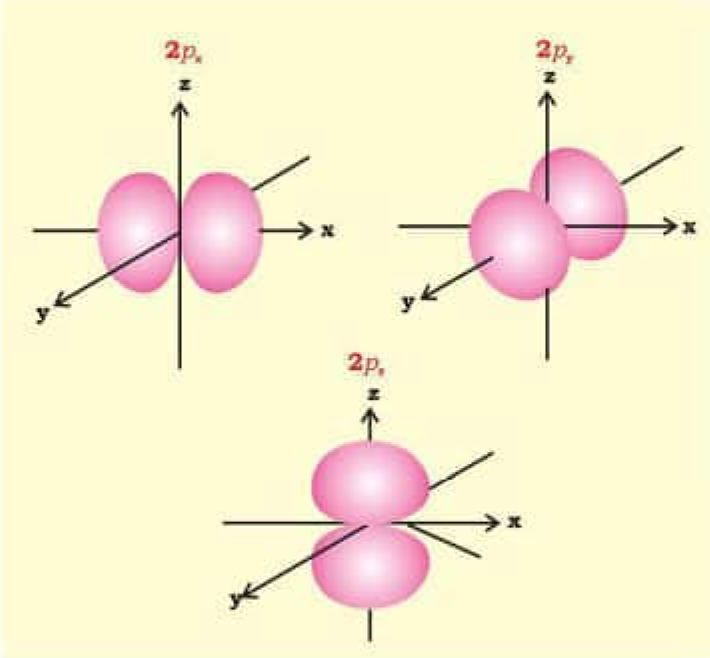
شکل 2.13 (a) 1s اور 2s ایٹمی اربٹل کے احتمال کثافت پلاٹ نقطوں کی کثافت، اس خطّے میں الیکٹران کے پائے جانے کی احتمال کثافت کو ظاہر کرتی ہے (b) 1s اور 2s اربٹل کے لیے باؤنڈری سطح ڈائیگرام

مختلف اربٹل کے لیے مستقل احتمال کثافت کے باؤنڈری۔ سطح ڈائیگرام (Bondary Surface Diagrams) اربٹل کی شکل کو بہتر طریقے سے ظاہر کرتے ہیں۔ اس اظہار میں ایک اربٹل کے لیے اسپیس (Space) میں ایک ایسی باؤنڈری سطح یا حدود نما سطح (Contour Surface) کھینچی جاتی ہے، جس پر احتمال کثافت $|\psi|^2$ کی قدر مستقل ہوتی ہے۔ اصولی طور پر ایسی کئی باؤنڈری سطحیں ممکن ہوسکتی ہیں۔ لیکن،

ایک دیے ہوئے اربٹل کے لیے، مستقل احتمال کثافت* کی صرف اسی باؤنڈری سطح ڈائیگرام کو اربٹل کی شکل کا اچھا اظہار مانا جاتا ہے جو ایسے خطے یا حجم کو گھیرتی ہے، جس میں الیکٹران کے پائے جانے کا احتمال بہت زیادہ ہو، جیسے 90% - 1s اور 2s اربٹل کے لیے باؤنڈری سطح ڈائیگرام شکل 2.13(b) میں دیے گئے ہیں۔ کوئی بھی یہ سوال کرسکتا ہے کہ ہم ایسی باؤنڈری سطح ڈائیگرام کیوں نہیں کھینچتے، جس میں الیکٹران کے پائے جانے کا احتمال 100% ہو؟ اس سوال کا جواب یہ ہے کہ نیوکلیس سے کسی بھی متناہی (Finite) فاصلے پر احتمال کثافت $|\psi|^2$ کی ہمیشہ کچھ نہ کچھ قدر ہوتی ہے، چاہے وہ کتنی ہی چھوٹی کیوں نہ ہو۔ اس لیے یہ ممکن نہیں ہے کہ ایک متناہی سائز کا ایسی باؤنڈری سطح ڈائیگرام کھینچا جاسکے، جس میں الیکٹران کے پائے جانے کا احتمال 100% ہو۔ s اربٹل کے لیے باؤنڈری سطح ڈائیگرام دراصل ایک کرہ (Sphere) ہے، جس کا مرکز نیوکلیس ہے۔ دوابعاد میں یہ کرہ ایک دائرہ کی طرح معلوم ہوتا ہے۔ یہ ایسے خطے کو گھیرتا ہے، جس میں الیکٹران کے پائے جانے کا احتمال تقریباً 90% ہے۔

اس لیے، ہم دیکھتے ہیں کہ 1s اور 2s اوراربٹل کی شکل کروی ہوتی ہے۔ دراصل، تمام s-اربٹل کروی طور پر متشاکل (Spherically Symmetric) ہوتے ہیں۔ یعنی کہ ایک دیے ہوئے فاصلے پر الیکٹران کے پائے جانے کا احتمال تمام سمتوں میں مساوی ہے۔ یہ بھی مشاہدہ کیا گیا ہے کہ n میں اضافہ کے ساتھ s اربٹل کے سائز میں اضافہ ہوتا ہے، یعنی کہ: 4s> 3s> 2s> 1s اور جیسے جیسے پرنسپل کوانٹم نمبر بڑھتا ہے، الیکٹران نیوکلیس سے اتنے ہی زیادہ فاصلے پر پایا جاتا ہے۔

تین 2p اربٹل کے لیے ($l = 1$) باؤنڈری سطح ڈائیگرام شکل 2.14 میں دکھایا گیا ہے۔ ان ڈائیگراموں میں نیوکلیس مبدہ (Origin) پر ہے۔ یہاں s اربٹل کے برخلاف، باؤنڈری سطح ڈائیگرام، کروی نہیں ہیں۔ اس کی جگہ ہر ایک p-اربٹل دو حصوں پر مشتمل ہوتا ہے جو Lobes کہلاتے ہیں۔ یہ نیوکلیس سے ہوکر گزر رہے مستوی کے دونوں طرف ہوتے ہیں۔ احتمال کثافت تفاعل مستوی پر وہاں صفر ہوتا ہے جہاں دونوں Lobes ایک دوسرے کو چھوتے ہیں۔ تینوں اربٹل کے لیے، سائز شکل



شکل 2.14 تین 2p اربٹل کے لیے باؤنڈری سطح ڈائیگرام

اور توانائی متماثل ہیں۔ لیکن ان کے Lobes کی تشریق مختلف ہوتی ہے۔ کیونکہ یہ مانا جاسکتا ہے کہ Lobes، x، y اور z محوروں میں سے کسی ایک محور کی سمت میں ہوں گے، اس لیے انھیں $2p_x$، $2p_y$، اور $2p_z$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ لیکن یہ سمجھ لینا چاہیے کہ m_l کی اقدار (-1, 0, 1) اور x, y, z سمتوں میں کوئی سادہ رشتہ نہیں ہے۔ ہمارے لیے اتنا یاد رکھنا کافی ہے کہ، کیونکہ m_l کی تین ممکنہ قدریں ہیں، اس لیے تین p اربٹل ہیں، جن کے محور باہم عمود (Mutually Perpendicular) ہیں۔ s اربٹل کی طرح پرنسپل کوانٹم نمبر میں اضافہ کے ساتھ p اربٹل کی توانائی اور ان کے سائز میں بھی، اضافہ ہوتا ہے، اس لیے مختلف p اربٹل کی توانائی اور ان کے سائز کی ترتیب اس طرح ہے: $4p > 3p > 2p$ مزید، s اربٹل کی طرح، p اربٹل کے لیے بھی احتمال کثافت تفاعل بھی، صفر اور لامتناہی فاصلے کے علاوہ بھی، نیوکلیس سے فاصلہ بڑھنے کے ساتھ، صفر قدر سے گزرتا ہے۔ نوڈ کی تعداد $(n - 2)$ سے دی جاتی ہے، یعنی کہ 3p اربٹل کے لیے نصف قطری نوڈ (Radial Node) کی تعداد 1 ہوگی، 4p کے لیے دو اور اسی طرح آگے بھی۔

$l = 2$ کے لیے، اربٹل، d-اربٹل کے طور پر جانا جاتا ہے۔ پرنسپل کوانٹم نمبر کی کم از کم قدر 3 ہوسکتی ہے، کیونکہ l کی قدر 1 - n سے زیادہ

* ایک دی ہوئی سطح پر اگر احتمال کثافت $|\psi|^2$ مستقل ہے تو اس سطح پر $|\psi|$ بھی مستقلہ ہے۔ $|\psi|^2$ اور $|\psi|$ کے لیے سرحدی سطح متماثل (Identical) ہیں۔

نہیں ہوسکتی۔ $l = 2$ کے لیے پانچ m_l قدریں ہیں $(-2, -1, 0, 1, 2)$ اور اس لیے پانچ d-اربٹل ہوں گے۔ d-اربٹل کے لیے باؤنڈری سطح ڈائیگرام شکل 2.15 میں دکھایا گیا ہے۔

پانچ d-اربٹل کو نام دیے جاتے ہیں: d_{xy}، d_{yz}، d_{xz}، $d_{x^2-y^2}$ اور d_{z^2} سے منسوب کیا جاتا ہے۔ پہلے چار d-اربٹل کی شکلیں ایک جیسی ہوتی ہیں، جبکہ پانچویں، d_{z^2} کی شکل باقی سب سے مختلف ہوتی ہے، لیکن پانچوں d-اربٹل کی توانائی مساوی ہوتی ہے۔ وہ d-اربٹل جن کے لیے n کی قدر 3 سے زیادہ ہے $(4d, 5d, ...)$ ان کی شکلیں بھی $3d$ اربٹل جیسی ہوتی ہیں لیکن وہ توانائی اور سائز کے لحاظ سے مختلف ہوتے ہیں۔

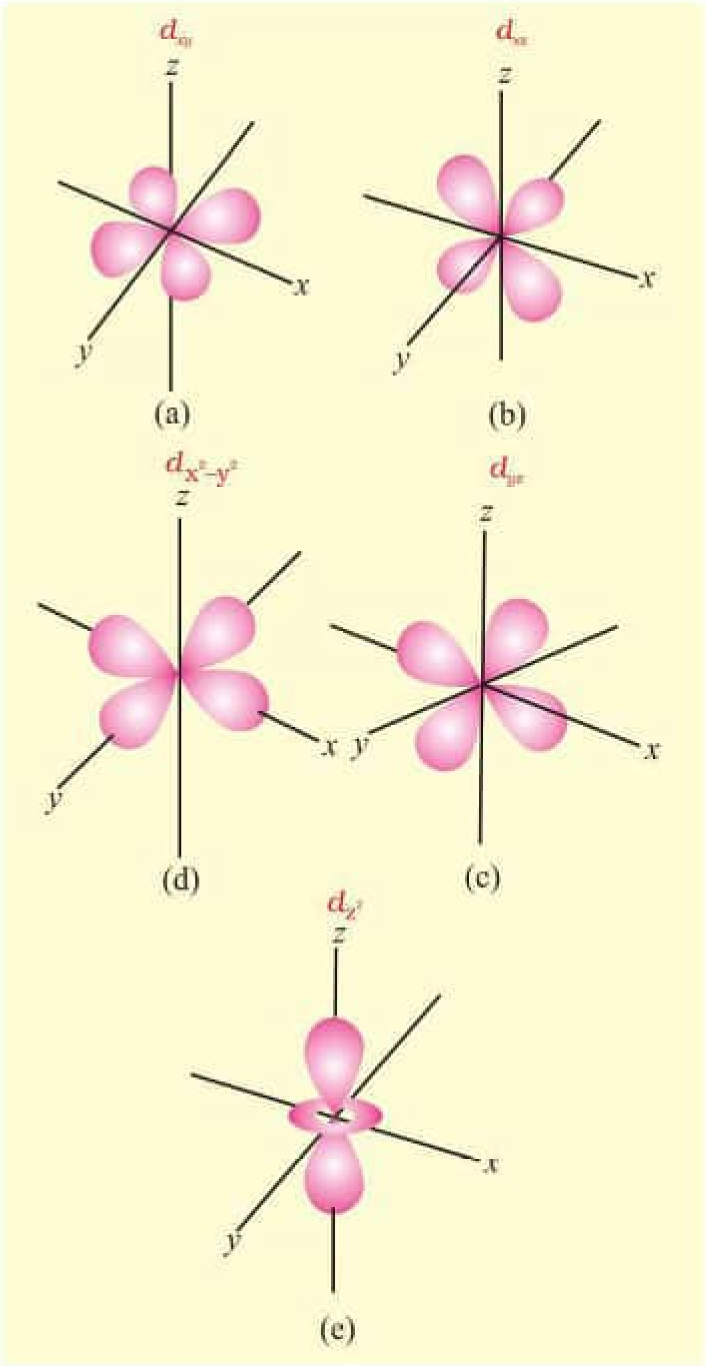
نصف قطری نوڈ کے علاوہ (یعنی کہ، احتمال کثافت تفاعل صفر ہے)، np اور nd اربٹل کے لیے احتمال کثافت تفاعل، مستوی (s) پر، نیوکلیس (مبدا) سے گزرتے ہوئے، صفر ہوتے ہیں۔ مثال کے طور p_z اربٹل کے لیے، xy-مستوی ایک نوڈل مستوی ہے، d_{xy} اربٹل کے لیے، دو نوڈل مستوی ہیں جو مبدا سے گزرتے ہیں اور z-محور والے xy-مستوی کی تنصیف کرتے ہیں۔ یہ زاویائی نوڈ (Angular Nodes) کہلاتے ہیں اور زاویائی نوڈ کی تعداد l سے دی جاتی ہے، یعنی کہ p اربٹل کے لیے ایک زاویائی نوڈ ہوگا، d اربٹل کے لیے دو زاویائی نوڈ ہوں گے، اور اسی طرح آگے بھی۔ نوڈ کی کل تعداد **$(n - 1)$** سے دی جاتی ہے یعنی کہ **l** زاویائی نوڈ اور **$(n - l - 1)$** نصف قطری نوڈ کی حاصلِ جمع۔

2.6.3 اربٹل کی توانائیاں (Energies of Orbitals)

ہائڈروجن ایٹم میں ایک الیکٹران کی توانائی مکمل طور پر صرف پرنسپل کوانٹم نمبر سے متعین ہوتی ہے۔ اس لیے اربٹل کی توانائی مندرجہ ذیل طور پر بڑھتی ہے:

$$1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < 4s = 4p = 4d = 4f < \quad (2.23)$$

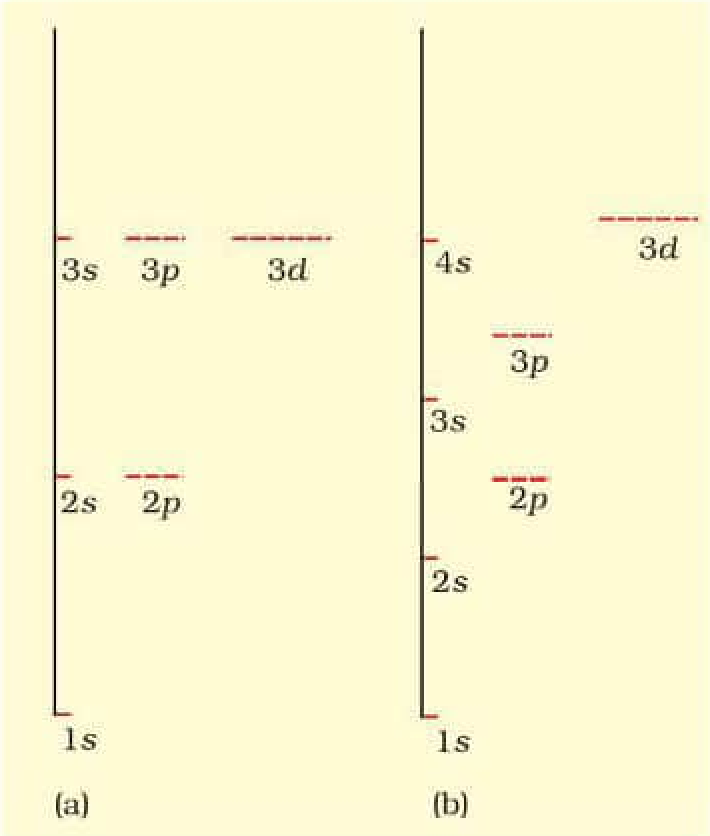
اور شکل 2.16 میں دکھائی گئی ہے۔ حالانکہ $2s$ اور $2p$ اربٹل کی شکلیں مختلف ہیں، لیکن ایک الیکٹران جب $2s$ اربٹل میں ہوتا ہے تو اس کی توانائی اتنی ہی ہوتی ہے جتنی کہ $2p$ اربٹل میں ہوتی ہے۔ ایسے اربٹل جن کی توانائی یکساں ہوتی ہے، فاسد (Degenerate) کہلاتے ہیں۔ ایک ہائڈروجن ایٹم میں $1s$ جیسا کہ پہلے بتایا جاچکا ہے، سب سے زیادہ



شکل 2.15 پانچ 3d اربٹل کی باؤنڈری سطح ڈائیگرام

مستحکم حالت کے نظیری ہے اور اسے **گراؤنڈ اسٹیٹ** (Ground State) کہتے ہیں، اور اس اربٹل میں پایا جانے والا الیکٹران، نیوکلیس سے سب سے زیادہ مضبوطی سے بندھا ہوتا ہے۔ ہائڈروجن ایٹم میں ایک الیکٹران اگر $2s$ یا $2p$ یا مزید اونچے اربٹل میں پایا جاتا ہے تو وہ **مشتعل حالت** (Excited State) میں ہے۔

ایک کثیر الیکٹرانی ایٹم میں الیکٹران کی توانائی، ہائڈروجن ایٹم میں الیکٹران کی توانائی کے برخلاف، نہ صرف یہ کہ اس کے پرنسپل کوانٹم شیل پر منحصر ہے بلکہ اس کے سمت راس کوانٹم عدد (ذیلی شیل) پر بھی منحصر ہے۔



شکل 2.16 انرجی لیول ڈائیگرام (a) ہائڈروجن ایٹم کے کچھ الیکٹرانی شیل کے لیے (b) کثیر الیکٹرانی ایٹموں کے کچھ الیکٹرانی شیل کے لیے۔ نوٹ کیجیے کہ ہائڈروجن ایٹم کے لیے مختلف سمت۔ راس کوانٹمی عددوں کے لیے بھی، یکساں پرنسپل کوانٹم نمبر کی قدر والے اربٹل کی توانائیاں یکساں ہیں۔ لیکن کثیر الیکٹران ایٹموں کے لیے یکساں پرنسپل کوانٹم نمبر والے اربٹل کی توانائیاں، مختلف سمت راسی کوانٹمی عددوں کے لیے مختلف ہیں۔

یعنی کہ ایک دیے ہوئے پرنسپل کوانٹم عدد کے لیے s، p، d، f سب کی توانائیاں مختلف ہوں گی۔ ایک کثیر الیکٹرانی ایٹم میں مختلف ذیلی شیل کی توانائیاں مختلف ہونے کی اصل وجہ الیکٹرانوں کے درمیان باہم دفع (Mutual Repulsion) ہے۔ ہائڈروجن ایٹم میں صرف ایک ہی برقی باہم دگر عمل ہوتا ہے جو منفی چارج شدہ الیکٹران اور مثبت چارج شدہ نیوکلیس کے مابین ہوتا ہے۔ کثیر الیکٹرانی ایٹموں میں، الیکٹران اور نیوکلیس کے درمیان کشش کی موجودگی کے ساتھ ساتھ ہر ایک الیکٹران کے ایٹم میں موجود دوسرے تمام الیکٹرانوں کے ساتھ دافع ارکان بھی ہوتے ہیں۔ اس لیے اس کثیر الیکٹرانی ایٹم میں ایک الیکٹران کے استحکام کی وجہ یہ ہے کہ کل کششی باہم عمل، دافع عملوں کے مقابلے میں زیادہ ہیں۔ عمومی طور پر، باہری شیل کے الیکٹرانوں کے، اندرونی شیل کے الیکٹرانوں کے ساتھ دافع باہمی عمل زیادہ اہم ہیں۔ دوسری طرف، ایک الیکٹران کے کششی باہمی عملوں میں، نیوکلیس پر پائے جانے والے مثبت چارج (Ze) میں اضافہ کے ساتھ، اضافہ ہوتا ہے۔ اندرونی شیل میں الیکٹرانوں کی موجودگی کی وجہ سے، باہری شیل کا الیکٹران، نیوکلیس کے پورے مثبت چارج (Ze) کو محسوس نہیں کرتا بلکہ، نیوکلیس پر موجود مثبت چارج کی اندرونی شیل کے الیکٹرانوں کے ذریعے کیے گئے جزوی حجاب (Screening) کی وجہ سے، اس میں کمی آجاتی ہے۔ **اسے اندرونی شیل کے الیکٹرانوں کے ذریعے کیا گیا باہری شیل کے الیکٹرانوں کا نیوکلیس سے حجاب کہتے ہیں** نیوکلیس کا الیکٹران کے ذریعے محسوس کیا گیا نیٹ (Net) مثبت چارج **موثر نیوکلیائی چارج** (Effective Nuclear Charge) کہلاتا ہے (Z_{eff} e) نیوکلیس سے اندرونی شیل کے الیکٹرانوں کے ذریعے کیے گئے باہری الیکٹرانوں کے حجاب کے باوجود، باہری شیل کے الیکٹرانوں کے ذریعے محسوس کی جانے والی قوت کشش میں، نیوکلیائی چارج میں اضافہ کے ساتھ اضافہ ہوتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں نیوکلیس اور الیکٹران کے مابین باہمی عمل کی توانائی (یعنی کہ اربٹل کی توانائی) میں ایٹمی عدد (Z) میں اضافہ کے ساتھ، کمی آتی ہے (یعنی کہ یہ زیادہ منفی ہوجاتی ہے)۔

کششی اور دافع، دونوں باہمی عمل، شیل اور اس اربٹل کی شکل پر منحصر ہیں، جس میں الیکٹران پایا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر، شکل میں کروی ہونے کی وجہ سے، s اربٹل الیکٹرانوں کا نیوکلیس سے حجاب، p اربٹل کے مقابلے میں، زیادہ موثر طور پر کرتا ہے۔ اسی طرح، دونوں کی شکلیں مختلف ہونے کی وجہ سے، p اربٹل نیوکلیس سے الیکٹرانوں کا حجاب، d اربٹل کے مقابلے میں زیادہ موثر طور پر کرتے ہیں، حالانکہ یہ سب اربٹل ایک ہی شیل میں پائے جاتے ہیں۔ مزید، کروی شکل کی وجہ سے، s اربٹل کے الیکٹران، p اربٹل کے مقابلے میں، نیوکلیس کے قریب زیادہ وقت گزارتے ہیں اور p اربٹل کے الیکٹران، d اربٹل کے مقابلے میں، نیوکلیس کے قریب زیادہ وقت گزارتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں، ایک دیے ہوئے شیل کے لیے پرنسپل کوانٹم نمبر، اربٹل کے ذریعے محسوس کیا گیا Z_{eff}، راس سمت کوانٹمی عدد (l) میں اضافہ کے ساتھ، کم ہوتا ہے۔ یعنی کہ s اربٹل، p اربٹل کے مقابلے میں زیادہ سختی سے نیوکلیس سے بندھا ہوگا اور p اربٹل، d اربٹل کے مقابلے میں

نیوکلیس سے زیادہ بہتر بندھا ہوگا۔ s اربٹل کی توانائی، p اربٹل کی توانائی کے مقابلے میں کم ہوگی (زیادہ منفی ہوگی) اور p اربٹل کی توانائی d اربٹل کی توانائی کے مقابلے میں کم ہوگی اور اسی طرح کیونکہ نیوکلیس کے حجاب کی حد مختلف اربٹل کے لیے مختلف ہوگی، یہ ایک ہی شیل کے اندر (یا یکساں پرنسپل کوانٹم نمبر) مختلف اربٹل کی توانائی کی علیحدگی (Splitting) کی سمت لے جاتا ہے۔ یعنی کہ اربٹل کی توانائی، جیسا کہ پہلے بیان کیا جاچکا ہے، n اور l کی قدروں پر منحصر ہے۔ ریاضیاتی اعتبار سے اربٹل کی توانائیوں کا n اور l پر انحصار کافی پیچیدہ ہے لیکن ایک سادہ قاعدہ n اور l کی مجموعی قدر کا ہے۔ جس اربٹل کے لیے $(n + l)$ کی قدر مقابلتاً کم ہوگی، اس کی توانائی بھی مقابلتاً کم ہوگی۔ اگر دو اربٹل کی $(n + l)$ قدر یکساں ھے تو جس اربٹل کی n قدر مقابلتاً کم ھے اس کی توانائی بھی مقابلتاً کم ہوگی۔ جدول 2.5، $(n + l)$ قاعدے کو ظاہر کرتا ہے اور شکل 2.16 میں کثیر الیکٹرانی ایٹموں کے انرجی لیول دکھائے گئے ہیں۔ یہ نوٹ کیا جاسکتا ہے کہ کثیر الیکٹرانی ایٹموں کے لیے، ایک خاص شیل کے مختلف ذیلی شیل کی توانائیاں مختلف ہوتی ہیں۔ لیکن، ہائڈروجن ایٹم میں ان کی توانائیاں یکساں ہوتی ہیں۔ آخر میں یہ ذکر بھی کیا جاسکتا ہے کہ یکساں ذیلی شیل میں اربٹل کی توانائیاں ایٹمی عدد (Z_{eff}) میں اضافہ کی ساتھ کم ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر ہائڈروجن ایٹم کے 2s اربٹل کی توانائی، لیتھیم کے 2s اربٹل کی توانائی سے زیادہ ہے اور لیتھیم کی توانائی سوڈیم سے زیادہ ہے اور اسی طرح آگے بھی یعنی کہ: $E_{2s}(H) > E_{2s}(Li) > E_{2s}(Na) > E_{2s}(K)$ ۔

2.6.4 ایک ایٹم میں اربٹل کا بھرنا (Filling of Orbitals in Atom)

مختلف ایٹموں کے اربٹل میں الیکٹرانوں کا بھرنا آف باؤ اصول کے مطابق انجام پاتا ہے، جو کہ پالی (Pauli) کے استثنیٰ اصول (Exclusion Principle) ہنڈ (Hund) کے ازحد تضاعف (Maximum Multiplicity) اور اربٹل کی نسبتی توانائیوں (Relative Energies) کے قاعدے پر مبنی ہے۔

آف باؤ اصول (Aufbau Principle)

جرمن زبان میں لفظ آف باؤ (Aufbau) کا مطلب ہے ''تعمیر کرنا''۔ اربٹل کے تعمیر کرنے سے مطلب ہے ان میں الیکٹرانوں کا بھرنا۔ اس اصول کا بیان ہے: ایٹم کی گراؤنڈ اسٹیٹ (Ground State) میں، اربٹل بڑھتی ہوئی توانائی کی ترتیب میں بھرے جاتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں، الیکٹران سب سے پہلے اس اربٹل میں جاتے ہیں جس کی توانائی، دستیاب اربٹل میں سب سے کم ہوتی ہے اور مقابلتاً زیادہ توانائی کے اربٹل میں صرف اسی وقت داخل ہوتے ہیں جب مقابلتاً کم توانائی والے اربٹل بھر جاتے ہیں۔

اربٹل کی توانائیوں کے بڑھنے کی ترتیب اور اس لیے وہ ترتیب جس میں اربٹل بھرے جاتے ہیں، مندرجہ ذیل ہے:

1s، 2s، 2p، 3s، 3p، 4s، 3d، 4p، 5s، 4d، 5p، 4f، 5d، 6p، 7s، ...

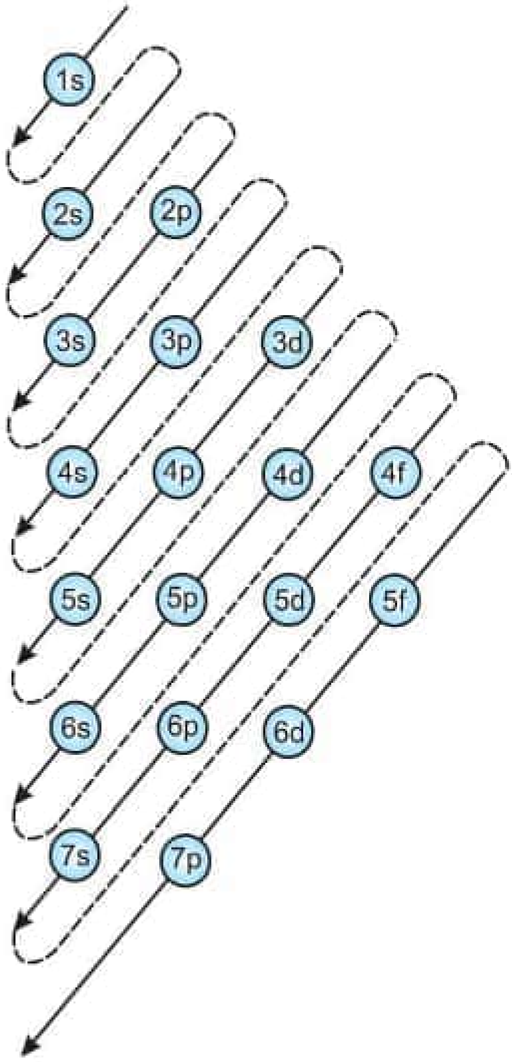
یہ ترتیب شکل 2.17 میں دیے گئے طریقے سے یاد کی جاسکتی ہے۔ اوپری سرے سے شروع کرتے ہوئے، تیروں کی سمت، اربٹل کے بھرے جانے کی ترتیب بتاتی ہے، یعنی کہ اوپری دائیں سرے سے نچلے بائیں سرے تک۔

جدول 2.5: بڑھتی ہوئی توانائی کے ساتھ اربٹل کی ترتیب، (n + l) قاعدے کی بنیاد پر

اربٹل	n کی قدر	l کی قدر	(n + l) کی قدر	
1s	1	0	1 + 0 = 1	
2s	2	0	2 + 0 = 2	
2p	2	1	2 + 1 = 3	2p (n = 2) کی توانائی کم ہے بہ مقابلہ
3s	3	0	3 + 0 = 3	3s (n = 3)
3p	3	1	3 + 1 = 4	3p (n = 3) کی توانائی کم ہے بہ مقابلہ
4s	4	0	4 + 0 = 4	4s (n = 4)
3d	3	2	3 + 2 = 5	3d (n = 3) کی توانائی کم ہے بہ مقابلہ
4p	4	1	4 + 1 = 5	4p (n = 4)

پالی کا استثنیٰ اصول (Pauli Exclusion Principle)

مختلف اربٹل میں بھرے جانے والے الیکٹرانوں کی تعداد، آسٹرین سائنس داں وولف گانگ پالی (Wolfgang Pauli) (1926)



شکل 2.17 اربٹل کے بھرنے کی ترتیب

کے دیے ہوئے استثنیٰ اصول سے محدود ہوجاتی ہے۔ اس اصول کے مطابق: **ایک ایٹم میں کوئی بھی دو الیکٹرانوں کا چار کوانٹم اعداد کا سیٹ یکساں نہیں ہوسکتا۔** پالی کے استثنیٰ اصول کو ایسے بھی بیان کیا جاسکتا ہے: **"ایک ہی اربٹل میں صرف 2 الیکٹران ہی رہ سکتے ہیں اور ان الیکٹرانوں کی اسپن بھی ایک دوسرے کے مخالف ہونا لازمی ہے"۔** اس کا مطلب ہے کہ ان دو الیکٹرانوں کے، تین کوانٹم نمبر: n ،l اور m_l، کی قدریں یکساں ہوسکتی ہیں لیکن اسپن کوانٹم نمبر کی قدر کا مخالف ہونا لازمی ہے۔ ایک اربٹل میں رہ سکنے والے الیکٹرانوں کی تعداد پر پالی کی لگائی گئی یہ حد، ایک ذیلی شیل کی الیکٹران رکھ سکنے کی گنجائش کا حساب لگانے میں مددگار ثابت ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ذیلی شیل 1s ایک اربٹل پر مشتمل ہے، اس لیے 1s ذیلی شیل میں پائے جاسکنے والے الیکٹرانوں کی زیادہ سے زیادہ تعداد 2 ہوسکتی ہے، p اور d ذیلی شیل میں الیکٹرانوں کی زیادہ سے زیادہ تعداد 6 اور 10 (بالترتیب) ہوسکتی ہے، اسی طرح آگے بھی۔ اس کا خلاصہ ایسے کیا جاسکتا ہے: **پرنسپل کوانٹم نمبر n کے شیل میں الیکٹرانوں کی زیادہ سے زیادہ تعداد $2n^2$ ہوسکتی ہے۔**

ازحد تضاعف کا ہنڈ کا قاعدہ (Hund's Rule of Maximum Multiplicity)

یہ قاعدہ ان اربٹل میں الیکٹران بھرنے کے لیے ہے جو ایک ہی ذیلی شیل سے تعلق رکھتے ہیں (یعنی کہ مساوی توانائی کے اربٹل، جو کہ فاسد اربٹل کہلاتے ہیں)۔ اس کا بیان ہے: **یکساں ذیلی شیل (p، d یا f) سے تعلق رکھنے والے اربٹل میں الیکٹرانوں کے جوڑے اس وقت تک نہیں بنتے جب تک کہ اس ذیلی شیل سے تعلق رکھنے والے ہر ایک اربٹل میں ایک ایک الیکٹران نہ آجائے، یعنی کہ وہ واحد الیکٹران سے بھرا ہوا نہ ہو۔**

کیونکہ تین p، پانچ d اور سات f اربٹل ہوتے ہیں، اس لیے p، d اور f اربٹل میں الیکٹرانوں کے جوڑے بننا، بالترتیب، چوتھے، چھٹے اور آٹھویں الیکٹران کے داخلے کے ساتھ شروع ہوں گے۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ آدھے بھرے ہوئے اور پورے بھرے ہوئے اربٹل کے فاسد سیٹ، اپنے تشاکل (Symmetry) کی وجہ سے، مزید استحکام حاصل کر لیتے ہیں (دیکھیے سیکشن 2.6.7)۔

2.6.5 ایٹموں کا الیکٹرانی تشکل (Electronic Configuration of Atoms)

ایک ایٹم کے اربٹل میں الیکٹرانوں کی تقسیم، **الیکٹرانی تشکل** (Electronic Configuaration) کہلاتی ہے۔ اگر ہم ان بنیادی قاعدوں کو اپنے ذہن میں رکھیں، جن کے مطابق مختلف ایٹمی اربٹل بھرے جاتے ہیں، تو مختلف ایٹموں کے الیکٹرانی تشکل بہ آسانی لکھے جاسکتے ہیں۔

مختلف ایٹموں کے الیکٹرانی تشکل کا اظہار دو طریقوں سے کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر:

(i) $s^a p^b d^c$ .... ترتیم

(ii) اربٹل ڈائیگرام



پہلی ترسیم میں ذیلی شیل متعلقہ حرفی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے اور اس ذیلی شیل میں پائے جانے والے الیکٹرانوں کی تعداد اوپری دائیں کونے پر لکھی جاتی ہے، جیسے a, b, c وغیرہ۔ مختلف شیل کے لیے یکساں ذیلی شیل میں فرق کرنے کے لیے متعلقہ ذیلی شیل سے پہلے پرنسپل کوانٹم نمبر لکھا جاتا ہے۔ دوسری ترسیم میں، ذیلی شیل ایک بکس کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے اور مثبت اسپن کا الیکٹران ایک سیدھے تیر (↑) کے ذریعے اور منفی اسپن کا الیکٹران ایک الٹے تیر (↓) کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے۔ دوسری ترسیم کا پہلی ترسیم کے مقابلے میں فائدہ یہ ہے کہ اس کے ذریعے چاروں کوانٹم نمبر کا اظہار ہوجاتا ہے۔

ہائڈروجن ایٹم میں صرف ایک ہی الیکٹران ہوتا ہے، جو اس اربٹل میں جاتا ہے، جس کی توانائی سب سے کم ہوتی ہے، یعنی کہ 1s۔ ہائڈروجن ایٹم کا الیکٹرانی تشکل ہے $1s^1$ جس کا مطلب ہے کہ اس کے 1s اربٹل میں ایک الیکٹران ہے۔ ہیلیم (He) کا دوسرا الیکٹران بھی 1s اربٹل کو گھیر سکتا ہے۔ اس کا تشکل ہے: $1s^2$ جیسا کہ اوپر بیان کیا جاچکا ہے کہ دونوں الیکٹران ایک دوسرے سے مخالف اسپن کی وجہ سے مختلف ہوتے ہیں، جیسا کہ اربٹل ڈائیگرام سے دیکھا جاسکتا ہے۔

H	↑	He	↑↓
	1s		1s

لیتھیم (Li) کے تیسرے الیکٹران کو، پالی استثنیٰ اصول کی وجہ سے 1s اربٹل میں جانے کی اجازت نہیں ہے، اس لیے یہ اس کے بعد دستیاب اربٹل، یعنی کہ 2s اربٹل میں جاتا ہے۔ Li کا الیکٹرانی تشکل ہے: $1s^22s^1$۔ 2s اربٹل میں ایک اور الیکٹران کے لیے جگہ ہے۔ اس لیے بیریلیم (Be) ایٹم کا تشکل ہے: $1s^22s^2$ (عناصر کے الیکٹرانی تشکل کے لیے دیکھیے جدول 2.6)۔

اگلے چھ عناصر بوران (B, $1s^22s^22p^1$) کاربن (C, $1s^22s^22p^2$)، نائٹروجن (N, $1s^22s^22p^3$)، آکسیجن (O, $1s^22s^22p^4$) فلورین (F, $1s^22s^22p^5$) اور نیون (Ne, $1s^22s^22p^6$) میں 2p اربٹل بتدریج بھرتا جاتا ہے۔ یہ عمل نیون ایٹم کے ساتھ مکمل ہوجاتا ہے۔ ان عناصر کی اربٹل تصویر مندرجہ ذیل طور پر ظاہر کی جاسکتی ہے۔

	1s	2s	2p		
Li	↑↓	↑			
Be	↑↓	↑↓			
B	↑↓	↑↓	↑		
C	↑↓	↓↑	↑	↑	
N	↑↓	↑↓	↑	↑	↑
O	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑
F	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑
Ne	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓

عناصر سوڈیم (Na, $1s^22s^22p^63s^1$) سے آرگن (Ar, $1s^22s^22p^63s^23p^6$) تک الیکٹرانی تشکل اسی نمونے پر ہوتے ہیں جو لیتھیم سے نیون تک ہے، صرف اس فرق کے ساتھ کہ اب 3s اور 3p اربٹل بھرے جارہے ہیں۔ اس عمل کو سادہ بنایا جاسکتا ہے اگر ہم پہلے دو خولوں میں بھرے جانے والے الیکٹرانوں کی کل تعداد کو عنصر نیون (Ne) کے نام سے ظاہر کریں۔ عناصر سوڈیم سے آرگن تک کا الیکٹرانی تشکل اس طرح لکھا جاسکتا ہے: (Na, [Ne]$3s^1$) سے (Ar, [Ne]$3s^23p^6$) تک۔ وہ الیکٹران جو مکمل طور پر بھرے ہوئے شیل میں ہوتے ہیں، کور (Core) الیکٹران کہلاتے ہیں اور وہ الیکٹران جو سب سے بڑے، پرنسپل کوانٹم نمبر والے الیکٹرانی شیل میں شامل کیے جاتے ہیں، **گرفت الیکٹران** (Valence Electron) کہلاتے ہیں۔ مثال کے طور پر، وہ الیکٹران جو Ne میں ہیں، کور الیکٹران ہیں اور Na سے Ar تک میں جو الیکٹران ہیں، گرفت الیکٹران ہیں۔ پوٹاشیم (K) اور کیلشیم (Ca) میں، کیونکہ 4s اربٹل کی توانائی میں 3d اربٹل سے کم ہے، اس لیے اس میں، بالترتیب ایک اور دو الیکٹران ہوتے ہیں۔

اسکینڈیم (Sc) سے ایک نیا نمونہ شروع ہوتا ہے۔ 3d اربٹل، جس کی توانائی 4p اربٹل سے کم ہے، پہلے بھرنا شروع ہوتا ہے۔ اس لیے اگلے دس عناصر: اسکانڈیم (Sc)، ٹائٹینیم (Ti)، وینے ڈیم (V)، کرومیم (Cr) مینگنیز (Mn)، آئرن (Fe)، کوبالٹ (Co)، نِکل (Ni) کاپر (Cu) اور زِنک (Zn) میں پانچ 3d اربٹل ایک ایک کرکے بھرتے جاتے ہیں۔ ہمیں حیرت ہوسکتی ہے کہ کرومیم اور کاپر میں 3d اربٹل میں 5 اور 10 الیکٹران ہیں، جب کہ ان کے مقام کے مطابق، 2 الیکٹران 4s اربٹل میں اور 3d

اربٹل میں 4 اور 9 الیکٹران ہونے چاہیے تھے۔ وجہ یہ ہے کہ مکمل طور پر بھرے ہوئے اور آدھے بھرے ہوئے اربٹل میں مزید استحکام ہوتا ہے (یعنی کہ مقابلتاً کم توانائی)۔ اس لیے p^3, p^6, d^5, d^{10}, f^7, f^{14} وغیرہ تشکل، جو یا تو آدھی بھری ہیں یا مکمل بھری ہیں، مقابلتاً زیادہ مستحکم ہیں۔ کرومیم اور کاپر، اس لیے، d^5 اور d^{10} تشکل اختیار کرتے ہیں۔ (سیکشن 2.6.7)[انتباہ: استثنیٰ بھی پائے جاتے ہیں۔]

3*d* اربٹل کے سیر شدہ (Saturation) ہوجانے کے بعد، گیلیم (Ga) سے 4*p* اربٹل کا بھرنا شروع ہوتا ہے، جو کرپٹان (Kr) پر مکمل ہوتا ہے۔ روبیڈیم (Rb) سے لے کر زینان (Xe) تک، یعنی کہ، اگلے 18 عناصر میں 5*s*، 4*d* اور 5*p* اور اربٹل اسی نمونے کے مطابق بھرے جاتے ہیں، جو اوپر بیان کیے گئے، 4*s*، 3*d* اور 4*p* اربٹل میں تھا۔ پھر 6*s* اربٹل کی باری آتی ہے۔ سیزیم (Caesium, Cs) اور بیریم (Ba) میں اس اربٹل میں، بالترتیب ایک اور دو الیکٹران ہوتے ہیں۔ پھر لینتھینم (La) سے مرکری (Hg) تک 4*f* اور 5*d* میں الیکٹران بھرے جاتے ہیں۔ یورینیم (U) کے بعد تمام عناصر مختصر دورِ حیات (Life Period) والے ہیں اور مصنوعی طریقوں سے تیار کیے جاتے ہیں۔ معلوم عناصر کے الیکٹرانی تشکل (جیسا کہ اسپیکٹرواسکوپک طریقوں سے معلوم کئے گئے ہیں) جدول 2.6 میں دیے گیے ہیں۔

ہم پوچھ سکتے ہیں کہ آخر الیکٹرانی تشکل جاننے کا فائدہ یا استعمال کیا ہے؟ کیمسٹری کو سمجھنے کی جدید طرز رسائی دراصل، کیمیائی طرزعمل کو سمجھنے اور اس کی وضاحت کرنے کے لیے، تقریباً پوری طرح سے الیکٹرانی تقسیم پر منحصر ہے۔ مثال کے طور پر ایسے سوالات کہ دو یا دو سے زیادہ ایٹم مل کر سالمات کیوں تشکیل دیتے ہیں؟ کچھ عناصر ''دھاتیں'' کیوں ہیں جب کہ دیگر غیر دھاتیں ہیں؟ ہیلیم اور آرگن جیسے عناصر متعامل (Reactive) کیوں نہیں ہیں جبکہ ہیلوجن (Halogens) جیسے عناصر متعامل ہیں؟ ان سوالوں کے جواب الیکٹرانی تشکل کے ذریعے بہ آسانی واضح ہوجاتے ہیں۔ ڈالٹن کا ایٹمی ماڈل ان سوالوں کا کوئی جواب نہیں فراہم کرتا۔ اس لیے جدید کیمیائی معلومات کے مختلف پہلوؤں میں درک حاصل کرنے کے لیے، ایٹم کی الیکٹرانی ساخت کو تفصیل کے ساتھ سمجھنا بہت ضروری ہے۔

2.6.6 مکمل بھرے ہوئے اور نصف بھرے ہوئے ذیلی شیل کا استحکام: (Stability of Completely Filled and Half Filled Subshell)

ایٹم کا گراؤنڈ اسٹیٹ الیکٹرانی تشکل ہمیشہ کم ترین کل الیکٹرانی توانائی سے مطابقت رکھتا ہے۔ زیادہ تر ایٹموں کے الیکٹرانی تشکل سیکشن 2.6.5 میں دے گئے بنیادی قاعدوں کے مطابق ہوتے ہیں۔ لیکن کچھ خاص عناصر میں، جیسے Cu یا Cr جہاں ذیلی شیل (4s اور 3*d*) کی توانائیوں میں معمولی سا فرق ہوتا ہے، ایک الیکٹران مقابلتاً کم توانائی کے ذیلی شیل (4s) سے مقابلتاً زیادہ توانائی کے ذیلی شیل میں چلا جاتا ہے، بشرطیکہ اس کے نتیجے میں، مقابلتاً زیادہ توانائی کے ذیلی شیل کے تمام اربٹل مکمل یا نصف بھر جائیں۔ اس لیے Cu اور Cr کے گرفت الیکٹرانی تشکل، بالترتیب، $3d^5 4s^1$ اور $3d^{10} 4s^1$ ہیں، $3d^4 4s^2$، $3d^9 4s^2$ نہیں۔ یہ معلوم ہوا ہے کہ ان الیکٹرانی تشکل سے مزید استحکام وابستہ ہے۔

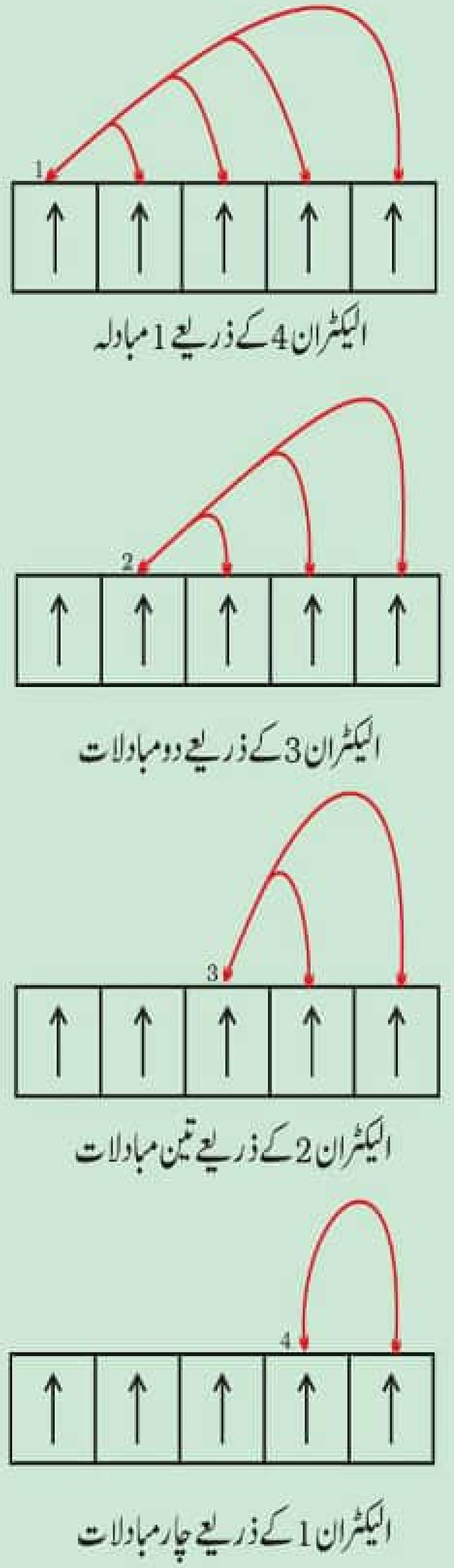
مکمل بھرے ہوئے اور نصف بھرے ہوئے ذیلی شیل کے استحکام کی وجوہات

مکمل بھرے ہوئے اور نصف بھرے ہوئے ذیلی شیل، مندرجہ ذیل وجوہات کی بناء پر مستحکم ہوتے ہیں:

1۔ الیکٹرانوں کی متشاکل تقسیم: یہ اچھی طرح معلوم ہے کہ تشاکل، استحکام کی طرف لے جاتا ہے۔ نصف بھرے ہوئے اور مکمل بھرے ہوئے ذیلی شیل میں الیکٹرانوں کی متشاکل تقسیم پائی جاتی ہے۔ اس لیے یہ زیادہ مستحکم ہیں۔ یکساں ذیلی شیل (یہاں $3d$) میں الیکٹرانوں کی توانائی مساوی ہوتی ہے اور مکانی تقسیم (Saptial Distribution) مختلف ہوتی ہے، نتیجتاً ایک دوسرے کے لیے ان کی شیلڈنگ مقابلتاً کم ہوتی ہے اور الیکٹران نیوکلیس کی طرف زیادہ قوت سے کشش کا اظہار کرتے ہیں۔

2۔ مبادلہ توانائی: جب بھی دو یا دو سے زیادہ یکساں اسپن والے الیکٹران، ایک ذیلی شیل کے فاسد اربٹل میں موجود ہوتے ہیں تو استحکامی اثر پیدا ہوتا ہے۔ یہ الیکٹران اپنا مقام آپس میں تبدیل کرنے کی طرف مائل ہوتے ہیں اور اس مبادلے کی وجہ سے خارج ہونے والی توانائی مبادلہ توانائی (Exchange Energy) کہلاتی ہے۔ ممکنہ مبادلوں کی تعداد اس وقت سب سے زیادہ ہوتی ہے، جب کہ ذیلی شیل نصف بھرا ہو یا مکمل بھرا ہو (شکل 2.18)۔ اس کے نتیجے میں مبادلہ توانائی سب سے زیادہ ہوتی ہے اور اس لیے استحکام بھی۔

آپ نوٹ کر سکتے ہیں کہ مبادلہ توانائی ہی ہنڈ قاعدے کی بنیاد ہے، جس کے مطابق وہ الیکٹران جو مساوی توانائی کے اربٹل میں داخل ہوتے ہیں، جہاں تک ممکن ہو، ان کی اسپن متوازی ہوتی ہیں۔ دوسرے لفظوں میں، مکمل بھرے ہوئے اور نصف بھرے ہوئے ذیلی شیل کی مزید استحکام کی وجوہات ہیں: (i) مقابلتاً کم شیلڈنگ (ii) مقابلتاً کم کولمب دافع توانائی (iii) مقابلتاً زیادہ مبادلہ توانائی۔ مبادلہ توانائی کے بارے میں تفصیلات آپ آئندہ درجات میں پڑھیں گے۔



شکل 2.18 d^5 تشکل کے لیے ممکنہ مبادلہ

جدول 2.6 عناصر کے الیکٹرانی تشکل

* استثنائی الیکٹرانی تشکل والے عناصر

** ایٹمی عدد 112 اور اس سے زیادہ ایٹمی عدد والے عناصر کے بارے میں رپورٹیں تو حاصل ہوئی ہیں لیکن ابھی ان کی نہ تو تصدیق ہو سکی ہے اور نہ ہی انھیں نام دیے گئے ہیں۔

خلاصہ

ایٹم عناصر کے بلڈنگ بلاک ہیں۔ یہ عنصر کے وہ سب سے چھوٹے اجزا ہیں جو کیمیائی طور پر تعامل کرتے ہیں۔ 1808 میں ڈالٹن کے ذریعے تجویز کیے گئے پہلے ایٹمی نظریہ کے مطابق ایٹم کو مادہ کا بنیادی ناقابلِ تقسیم ذرہ مانا گیا۔ انیسویں صدی کے اختتام کے قریب، تجربات سے یہ ثابت ہوا کہ ایٹم قابلِ تقسیم ہیں اور تین بنیادی ذرات **الیکٹران، پروٹان** اور **نیوٹران** پر مشتمل ہیں: ذیلی ایٹمی ذرات کی دریافت نے، ایٹم کی ساخت کی وضاحت کرنے کے لیے مختلف ایٹمی ماڈلوں کی تجاویز پیش کرنے کی راہ دکھائی۔

تھامسن نے 1898 میں تجویز پیش کی کہ ایٹم مثبت برق کے یکساں کرہ پر مشتمل ہے، جس میں الیکٹران پیوست ہوتے ہیں۔ اس ماڈل کو جس میں سمجھا جاتا ہے کہ ایٹم کی کمیت پورے ایٹم میں یکساں طور پر پھیلی ہوئی ہے، 1909 میں ردرفورڈ کے الفا ذرہ انتشار تجربہ نے غلط ثابت کردیا۔ ردرفورڈ نے نتیجہ اخذ کیا کہ ایٹم میں اس کے مرکز پر ایک بہت چھوٹا مثبت چارج شدہ **نیوکلیس** ہے، جس کے اردگرد الیکٹران **مدور اربٹ** میں گھوم رہے ہیں۔ **ردرفورڈ کا ماڈل**، جو شمسی نظام سے مشابہت رکھتا ہے، یقیناً **تھامسن ماڈل** سے بہتر تھا لیکن یہ ایٹم کے استحکام کی وضاحت نہیں کرسکا، یعنی کہ، الیکٹران نیوکلیس میں گر کیوں نہیں جاتے۔ اس کے علاوہ یہ ایٹم کی الیکٹرانی ساخت کے بارے میں بھی کچھ نہیں بتا سکا، یعنی کہ الیکٹران نیوکلیس کے اردگرد کس طرح تقسیم ہوتے ہیں اور ان کی کیا توانائیاں ہوتی ہیں۔ ردرفورڈ ماڈل کی ان خامیوں کو 1913 میں، نیلس بوہر نے اپنے ہائڈروجن ماڈل کو پیش کرکے دور کیا۔ بوہر ماڈل کا بنیادی مفروضہ تھا کہ الیکٹران نیوکلیس کے گرد **مدور اربٹ** میں گھومتے ہیں۔ کچھ خاص اربٹ ہی پائے جاتے ہیں اور ہر ایک اربٹ ایک مخصوص توانائی سے مطابقت رکھتا ہے۔ بوہر نے مختلف اربٹ میں الیکٹران کی توانائی کا حساب لگایا اور ہر اربٹ کے لیے الیکٹرانی اور نیوکلیس کے درمیانی فاصلے کی پیشین گوئی کی۔ حالانکہ **بوہر ماڈل** ہائڈروجن ایٹم کے طیف کی اطمینان بخش وضاحت کرسکا لیکن کثیر الیکٹران ایٹموں کے طیف کی وضاحت کرنے میں ناکام رہا۔ اس کی وجہ جلد ہی دریافت ہوگئی۔ بوہر ماڈل میں الیکٹران کو ایک چارج شدہ ذرہ مانا جاتا ہے، جو نیوکلیس کے گرد، بہ خوبی معروف مدور اربٹ میں حرکت کررہا ہے۔ بوہر کے نظریہ میں الیکٹران کی لہر فطرت کو نظر انداز کردیا جاتا ہے۔ ایک اربٹ ایک واضح طور پر معروف راستہ ہے اور اس راستہ کی مکمل تعریف صرف اسی وقت کی جاسکتی ہے جب ایک الیکٹران کی رفتار اور اس کا مقام بالکل، ہمہ وقت، معلوم ہو۔ یہ ہائزنبرگ عدم یقینی اصول کے مطابق ممکن نہیں ہے۔ اس لیے بوہر کا ہائڈروجن ایٹم کا ماڈل نہ صرف الیکٹران کی دوہری فطرت کو نظر انداز کرتا ہے بلکہ **ہائزنبرگ عدم یقینی اصول** کی بھی تردید کرتا ہے۔

اروِن شروڈنگر نے 1926 میں، اسپیس (Space) میں الیکٹرانوں کی تقسیم اور ایٹم میں منظور شدہ انرجی لیول (Allowed Energy Levels) بیان کرنے کے لیے ایک مساوات تجویز کی جو شروڈنگر مساوات کہلاتی ہے۔ یہ مساوات ڈی براگلی کے لہر۔ دہری فطرت کے تصور کو اپنے اندر سموئے ہوئے ہے اور ہائزنبرگ عدم یقینی اصول سے بھی ہم آہنگ (consistent) ہے۔ جب، ہائڈروجن ایٹم میں الیکٹران کے لیے شروڈنگر مساوات حل کی جاتی ہے تو ہمیں وہ ممکنہ توانائی حالتیں حاصل ہوتی ہیں، جن میں الیکٹران رہ سکتا ہے اور ساتھ ہی ساتھ ان توانائی حالتوں سے مطابقت رکھنے والے لہر تفاعلات ψ بھی حاصل ہوتے ہیں۔ (جو دراصل ریاضیاتی تفاعلات ہیں)

ہمیں دراصل ہر الیکٹران کے لیے ہر ایک توانائی حالت سے منسلک لہر تفاعلات حاصل ہوتے ہیں۔ یہ کوانٹمی توانائی حالتیں اور ان سے مطابقت رکھنے والے موج۔ تفاعلات، جن کی خاصیتیں تین کوانٹمی اعداد (**پرنسپل کوانٹم نمبر** n، **سمت راس کوانٹمی عدد** l اور **مقناطیسی کوانٹمی عدد** (m_l) سے ظاہر کی جاتی ہیں، شروڈنگر مساوات کے حل کے قدرتی نتائج کی شکل میں سامنے آتے ہیں۔ ان تین کوانٹمی اعداد کی قدروں پر لگنے والی پابندیاں بھی اسی حل کا قدرتی نتیجہ ہیں۔ ہائڈروجن ایٹم کا کوانٹم میکانیکی ماڈل ہائڈروجن ایٹم طیف کے تمام پہلوؤں کی کامیابی کے ساتھ پیشین گوئی کرتا ہے اور ساتھ ہی ساتھ کچھ ایسے مظاہر کی وضاحت بھی کرتا ہے، جن کی وضاحت بوہر ماڈل نہیں کرسکا تھا۔

ایٹم کے کوانٹم میکانیکی ماڈل کے مطابق، وہ ایٹم جس میں الیکٹرانوں کی ایک تعداد ہو، الیکٹرانوں کی تقسیم اس طرح ہوتی ہے کہ الیکٹران شیل میں بٹے ہوتے ہیں، یہ سمجھا جاتا ہے کہ یہ شیل خود، ایک یا اس سے زیادہ ذیلی شیل پر مشتمل ہوتے ہیں اور ہر ایک ذیلی شیل، ایک یا اس سے زیادہ اربٹل پر مشتمل ہوتا ہے اور ان اربٹل میں الیکٹران پائے جاتے ہیں۔ جبکہ ہائڈروجن یا ہائڈروجن جیسے نظاموں میں (مثلاً He^+، Li^{2+} وغیرہ) ایک دیے ہوئے شیل کے تمام اربٹل کی توانائی یکساں ہوتی ہے، ایک کثیر الیکٹرانی ایٹم میں اربٹل کی توانائی n اور l کی قدروں پر منحصر ہے۔ ایک اربٹل کے لیے $(n + l)$ کی اگر مقابلتاً کم ہوگی تو اس کی توانائی بھی مقابلتاً کم ہوگی۔ اگر دو اربٹل کی $(n + l)$ قدر یکساں ہے، تو جس اربٹل کی n قدر مقابلتاً کم ہوگی، اس کی توانائی بھی کم ہوگی۔ ایک ایٹم میں ایسے کئی اربٹل ممکن ہیں اور ان اربٹل میں الیکٹران، توانائی کی بڑھتی ہوئی ترتیب کے ساتھ، **پالی کے اصول استثنی** (ایک ایٹم میں کن ہی دو الیکٹرانوں کا چاروں کوانٹم اعداد کا سیٹ یکساں نہیں ہوسکتا) اور **ہنڈ کے ازحد تضاعف کے قاعدے** (یکساں ذیلی شیل سے تعلق رکھنے والے اربٹل میں الیکٹرانوں کے جوڑے اس وقت تک نہیں بنتے جب تک کہ اس ذیلی شیل سے تعلق رکھنے والے ہر ایک اربٹل میں ایک ایک الیکٹران نہ آجائے) کے مطابق بھرے جاتے ہیں۔ یہ ایٹم کی الیکٹرانی ساخت کی بنیاد تشکیل دیتا ہے۔

مشقیں

2.1 (i) کتنے الیکٹرانوں کا مجموعی وزن 1 کلوگرام ہوگا؟ حساب لگائیے۔

(ii) الیکٹرانوں کے 1 مول کی کمیت اور ان کے برقی چارج کا حساب لگائیے۔

2.2 (i) میتھین کے 1 مول میں پائے جانے والے الیکٹرانوں کی تعداد کا حساب لگائیے۔

(ii) ^{14}C کے 7mg میں نیوٹرانوں (a) کی کل تعداد (b) کل کمیت معلوم کیجیے۔ (فرض کیجیے 1.675×10^{-27} kg = ایک نیوٹران کی کمیت۔

(iii) معلوم کیجیے: STP پر NH_3 کے 34 ملی گرام میں (a) پروٹانوں کی کل تعداد (b) پروٹانوں کی کل کمیت۔ کیا درجہ حرارت اور دباؤ کو تبدیل کرنے سے جواب تبدیل ہو جائے گا؟

2.3 مندرجہ ذیل نیوکلیس میں کتنے نیوٹران اور کتنے پروٹان ہوں گے:

$^{13}_{6}C$, $^{16}_{8}O$, $^{24}_{12}Mg$, $^{56}_{26}Fe$, $^{88}_{38}Sr$

2.4 دیے ہوئے ایٹمی عدد (Z) اور ایٹمی کمیت (A) کے لیے ایٹم کی مکمل علامت لکھیے:

(i) $Z = 17$، $A = 35$

(ii) $Z = 92$، $A = 233$

(iii) $Z = 4$، $A = 9$

2.5 سوڈیم لیمپ سے خارج ہورہی پیلی روشنی کا طولِ موج (λ) 580 nm ہے۔ اس پیلی روشنی کی فریکوئنسی ($\bar{v}$) معلوم کیجیے۔

2.6 اس ہر ایک فوٹون کی توانائی معلوم کیجیے جو

(i) 3×10^{15} Hz فریکوئنسی کی روشنی سے مطابقت رکھتا ہے۔

(ii) جس کا طولِ موج 0.50Å ہے۔

2.7 اس روشنی کی موج کی فریکوئنسی، طولِ موج اور موج عدد معلوم کیجیے، جس کا دوری وقت 2.0×10^{-10} s ہے۔

2.8 اس روشنی کے فوٹانوں کی تعداد کیا ہوگی، جس کا طولِ موج 4000 pm ہے اور جو 1J توانائی مہیا کرتی ہے۔

2.9 4×10^{-7}m طولِ موج کا ایک فوٹان دھاتی سطح سے ٹکراتا ہے۔ دھات کا کام تفاعل 2.13 ev ہے۔
حساب لگائیے: (i) فوٹان کی توانائی (eV) (ii) اخراج کی حرکی توانائی (iii) فوٹو الیکٹران کی رفتار $(1\ eV = 1.6020\times10^{-19}\ J)$

2.10 242 nm طولِ موج کا برق مقناطیسی اشعاع، سوڈیم ایٹم کی آین کاری کے لیے کافی ہے۔ سوڈیم کی آین کاری توانائی کا حساب لگائیے۔

2.11 ایک 25 واٹ کا بلب 0.57 lm کے طولِ موج کی یک رنگ پیلی روشنی خارج کرتا ہے۔ کوانٹائی سیکنڈ کے اخراج کی شرح کا حساب لگائیے۔

2.12 جب ایک دھاتی سطح پر 6800Å طولِ موج کا اشعاع پڑتا ہے تو دھاتی سطح سے صفر رفتار کے الیکٹران خارج ہوتے ہیں۔ دھات کی دلیز فریکوئنسی (ν_0) اور کام تفاعل (W_0) کا حساب لگائیے۔

2.13 خارج ہونے والی اس روشنی کا طولِ موج کیا ہوگا جسے ہائڈروجن ایٹم میں ایک الیکٹران، انرجی لیول $n = 4$ سے انرجی لیول $n = 2$ کے عبور (Transition) کرنے کے دوران خارج کرتا ہے۔

2.14 ایک H ایٹم کی آین کاری کے لیے کتنی توانائی درکار ہے، اگر الیکٹران $n = 5$ اربٹ میں ہے۔ اپنے جواب کا مقابلہ H ایٹم کی آیونائزیشن اینتھالپی سے کیجیے۔ ($n = 1$ مدار سے الیکٹران خارج کرنے کے لیے درکار توانائی)

2.15 اخراجی خطوط (Emission Lines) کی زیادہ سے زیادہ تعداد کیا ہوگی، جبکہ ایک H ایٹم کا مشتعل الیکٹران $n = 6$ سے گراؤنڈ اسٹیٹ میں آتا ہے۔

2.16 (i) ہائڈروجن ایٹم میں پہلے اربٹ سے منسلک توانائی -2.18×10^{-18} J atom^{-1} ہے۔ پانچویں اربٹ سے منسلک توانائی کیا ہوگی؟

(ii) ہائڈروجن ایٹم کے لیے بوہر کے پانچویں اربٹ کے نصف قطر کا حساب لگائیے۔

2.17 ایٹمی ہائڈروجن کے بالمر سلسلے میں سب سے زیادہ طولِ موج والے ٹرانزیشن کے موج عدد کا حساب لگائیے۔

2.18 ہائڈروجن کے الیکٹران کو پہلے بوہر اربٹ سے پانچویں بوہر اربٹ میں منتقل کرنے کے لیے درکار توانائی، جول میں، کیا ہوگی؟ اور جب الیکٹران گراؤنڈ اسٹیٹ میں واپس آتا ہے تو خارج ہونے والی روشنی کا طولِ موج کیا ہوگا؟ گراؤنڈ اسٹیٹ الیکٹران توانائی -2.18×10^{-16} ergs ہے۔

2.19 ہائڈروجن ایٹم میں الیکٹران توانائی۔ $E_n = (-2.18\times10^{-18})/n^2$ J سے ظاہر کی جاتی ہے۔ ایک الیکٹران کو $n=2$ اربٹ سے مکمل طور پر خارج کرنے کے لیے درکار توانائی کا حساب لگائیے۔ اس ٹرانزیشن کو عمل میں لانے کے لیے روشنی کا طولِ موج، سینٹی میٹر میں، زیادہ سے زیادہ کتنا ہوسکتا ہے؟

2.20 اس الیکٹران کے طولِ موج کا حساب لگائیے جو 2.05×10^{7} ms^{-1} کی رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔

2.21 ایک الیکٹران کی کمیت 9.1×10^{-31}kg ہے۔ اگر اس کی حرکی توانائی 3.0×10^{-25} J ہے تو اس کے طولِ موج کا حساب لگائیے۔

2.22 مندرجہ ذیل میں کون سی انواع، ہم الیکٹرانی (Isoelectronic) ہیں (یعنی جن میں الیکٹرانوں کی تعداد یکساں ہے)؟

$Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, s^{2-}, Ar$

2.23 (i) مندرجہ ذیل آینوں کا الیکٹرانی تشکل لکھیے: (a) H^- (b) Na^+ (c) O^{2-} (d) F^-

(ii) ان عناصر کے ایٹمی اعداد کیا ہیں جن کے سب سے باہری الیکٹران ظاہر کیے جاتے ہیں: (a) $3s^1$ (b) $2p^3$ اور (c) $3p^5$

(iii) مندرجہ ذیل تشکل سے کون سے ایٹم ظاہر کیے جاتے ہیں: (a) $[He]\ 2s^1$ (b) $[Ne]\ 3s^2\ 3p^3$ (c) $[Ar]\ 4s^2\ 3d^1$.

2.24 n کی وہ کم ترین قدر کیا ہے جس کے لیے g ار بٹل پایا جاتا ہے۔

2.25 ایک الیکٹران $3d$ کے کسی ایک اربٹل میں ہے۔ اس الیکٹران کے لیے n، l اور m_l کی ممکنہ قدریں بتائیے۔

2.26 کسی عنصر کے ایک ایٹم میں 29 الیکٹران اور 35 نیوٹران ہیں، معلوم کیجیے (i) پروٹانوں کی تعداد (ii) عنصر کا الیکٹران تشکل

2.27 انواع: H_2^+، H_2 اور O_2^+ میں الیکٹرانوں کی تعداد بتائیے۔

2.28 (i) ایک ایٹمی اربٹل کے لیے: $n = 3$ ہے۔ l اور m_l کی ممکنہ قدریں کیا ہیں۔

(ii) $3d$ اربٹل کے الیکٹران کے لیے کوانٹمی اعداد (l اور m_l) کی فہرست تیار کیجیے۔

(iii) مندرجہ ذیل میں سے کون سے اربٹل ممکن ہیں: $1p$، $2s$، $2p$ اور $3f$

2.29 s، p، d ترسیم کا استعمال کرتے ہوئے مندرجہ ذیل کوانٹمی اعداد والے اربٹل بیان کیجیے:

(a) $n = 1,\ l = 0$؛ (b) $n = 3\ l=1$؛ (c) $n = 4\ l = 2$؛ (d) $n = 4\ l = 3$

2.30 وجہ بتاتے ہوئے وضاحت کیجیے کہ مندرجہ ذیل میں سے کوانٹمی اعداد کے کون سے سیٹ ممکن نہیں ہیں۔

(a) $n = 0,\quad l = 0,\quad m_l = 0,\ m_s = +½$

(b) $n = 1,\quad l = 0,\quad m_l = 0,\ m_s = -½$

(c) $n = 1,\quad l = 1,\quad m_l = 0,\ m_s = +½$

(d) $n = 2,\quad l = 1,\quad m_l = 0,\ m_s = -½$

(e) $n = 3,\quad l = 3,\quad m_l = -3,\ m_s = +½$

(f) $n = 3,\quad l = 1,\quad m_l = 0,\ m_s = +½$

2.31 کسی ایٹم میں کتنے الیکٹرانوں کے مندرجہ ذیل کوانٹمی اعداد ہو سکتے ہیں:

(a) $n = 4,\ m_s = -½$ (b) $n = 3,\ l = 0$

2.32 دکھائیے کہ ہائڈروجن ایٹم کے لیے بوہر اربٹ کا محیط (Circumfrance)، اربٹ میں گھومتے ہوئے الیکٹران سے منسلک ڈی براگلی طولِ موج کا ایک صحیح عددی ضعف (Integral Multiple) ہے۔

2.33 ہائڈروجن طیف میں کس ٹرانزیشن کا طولِ موج He^+ طیف کے $n = 4$ سے $n = 2$ تک بالمر ٹرانزیشن کے طولِ موج کے مساوی ہوگا۔

2.34 عمل: $He^+(g) \rightarrow He^{2+}(g) + e^-$ کے لیے درکار توانائی کا حساب لگائیے۔ گراؤنڈ اسٹیٹ میں ہائڈروجن ایٹم کے لیے آین کاری توانائی $2.18\times10^{-18}\ J\ atm^{-1}$ ہے۔

2.35 اگر کاربن ایٹم کا قطر 0.15 nm ہے، تو ان کاربن ایٹموں کی تعداد معلوم کیجیے جو 20cm لمبائی کے اسکیل کے ساتھ ایک سیدھے خط میں ایک ایک کر کے رکھے جاسکتے ہیں۔

2.36 کاربن کے 2×10^8 ایٹم پہلو بہ پہلو ترتیب دیے گئے ہیں۔ اگر پوری ترتیب کی لمبائی 2.4 cm ہے تو کاربن ایٹم کا نصف قطر معلوم کیجیے۔

2.37 زنک ایٹم کا قطر 2.6Å ہے۔ حساب لگائیے (a) pm میں زنک ایٹم کا نصف قطر (b) اگر زنک ایٹموں کو ایک ایک کر کے لمبائی میں ترتیب دیا جائے تو 1.6cm لمبائی میں پائے جانے والے زنک ایٹموں کی تعداد۔

2.38 کسی ذرہ کا ساکن برقی چارج $2.5\times10^{-16}C$ ہے۔ اس میں موجود الیکٹرانوں کی تعداد معلوم کیجیے۔

2.39 ملیکن کے تجربے میں، تیل کے قطروں پر موجود ساکن برقی چارج X-شعاعوں کو چمکا کر حاصل کیا گیا ہے۔ اگر تیل کے قطروں پر ساکن برقی چارج $-1.282\times10^{-18}C$ ہے تو اس میں موجود الیکٹرانوں کی تعداد کا حساب لگائیے۔

2.40 ردرفورڈ کے تجربے میں عام طور سے α- ذرات کی بمباری کے لیے، سونا، پلیٹینم وغیرہ جیسے بھاری ایٹموں کے پتلے ورق استعمال کیے جاتے ہیں۔ اگر ایلومنیم وغیرہ جیسے ہلکے ایٹموں کے پتلے ورق استعمال کیے جائیں تو نتیجوں میں کیا فرق دیکھنے میں آئے گا؟

2.41 علامتیں $^{79}_{35}Br$ اور ^{79}Br لکھی جاسکتی ہیں جبکہ علامتیں $^{35}_{79}Br$ قابل قبول نہیں ہیں۔ مختصراً جواب دیجیے۔

2.42 ایک عنصر کا کمیتی عدد 81 ہے، اس میں پروٹانوں کے مقابلے میں 31.7% زیادہ نیوٹران ہیں۔ اسے ایٹمی علامت عطا کیجیے۔

2.43 ایک آین، جس کا کمیتی عدد 37 ہے، اس میں ایک اکائی چارج ہے۔ اگر آین میں الیکٹرانوں کے مقابلے میں 11.1% زیادہ نیوٹران ہیں تو آین کی علامت معلوم کیجیے۔

2.44 کمیتی عدد 56 والے ایک آین، پر 3 اکائی مثبت چارج پایا جاتا ہے اور اس میں الیکٹرانوں کے مقابلے میں نیوٹرانوں کی تعداد 30.4% زیادہ ہے۔ اس آین کی علامت بتائیے۔

2.45 مندرجہ ذیل قسم کے اشعاع کو فریکوئنسی کی صعودی ترتیب (Increasing order) میں لکھیے: (a) مائیکروویو اوون سے خارج ہو رہا اشعاع (b) ٹریفک سگنل کی عنبر روشنی (c) FM ریڈیو کا اشعاع (d) بیرونی اسپیس سے آنے والی کاسمک شعاعیں (e) X- شعاعیں۔

2.46 نائٹروجن لیزر 337.1 nm طولِ موج کا اشعاع پیدا کرتا ہے۔ اگر خارج ہونے والے فوٹانوں کی تعداد 5.6×10^{24} ہے تو اس لیزر کی پاور کا حساب لگائیے۔

2.47 سائن بورڈوں میں عام طور سے نیون گیس استعمال کی جاتی ہے۔ اگر یہ 616 nm پر تیزی سے اخراج کرتی ہے تو حساب لگائیے: (a) اخراج کی فریکوئنسی (b) اس اشعاع کے ذریعے 30s میں طے کیا گیا فاصلہ (c) کوانٹم کی توانائی (d) موجود کوانٹموں کی تعداد جبکہ یہ 2J توانائی پیدا کرتی ہے۔

2.48 فلکیاتی مشاہدوں میں بہت دور کے ستاروں سے آنے والے سگنل عام طور پر کمزور ہوتے ہیں۔ اگر ایک فوٹان شناس، 600 nm کے اشعاع سے کل $3.15\times10^{-18}J$ توانائی موصول کرتا ہے تو شناس کے ذریعے موصول کیے جانے والے فوٹانوں کی تعداد کا حساب لگا ہے۔

2.49 جو سالمات اشتعالی حالت میں ہوتے ہیں، ان کے دورِ حیات، اکثر پلس شدہ اشعاع ماخذ کو، جن کا وقفہ نینو سیکنڈ کی رینج میں ہوتا ہے، استعمال کر کے معلوم کیے جاتے ہیں۔ اگر اشعاع ماخذ کا وقفہ 2ns ہے اور اس وقفہ میں پلس ماخذ سے خارج ہونے والے فوٹانوں کی تعداد 2.5×10^{15} ، تو ماخذ کی توانائی کا حساب لگائیے۔

2.50 سب سے زیادہ لمبی طولِ موج کا ڈبلیٹ انجذابی ٹرانزیشن 589 اور 589.6 نینو میٹر پر دیکھا گیا ہے۔ ایک ٹرانزیشن کی فریکوئنسی اور دونوں مشتعل حالتوں کے درمیان توانائی فرق کے حساب لگائیے۔

2.51 سیزیم ایٹم کا کام تفاعل 1.9eV ہے۔ حساب لگائیے (a) دہلیز طولِ موج (b) اشعاع کی دہلیز فریکوئنسی اگر سیزیم ایٹم پر 500 nm طولِ موج کی اشعاع ریزی کی جائے تو خارج ہونے والے فوٹو الیکٹران کی حرکی توانائی اور رفتار کا حساب لگائیے۔

2.52 سوڈیم دھات پر مختلف طولِ موج کی اشعاع ریزی کی جاتی ہے تو مندرجہ ذیل نتائج حاصل ہوتے ہیں: حساب لگائیے (a) دہلیز طولِ موج اور (b) پلانک مستقلہ

λ (nm)	500	450	400
$v\times10^{-5}$ (cms^{-1})	2.55	4.35	5.35

2.53 چاندی دھات سے، ضیا برقی برقی اثر تجربے کے دوران، فوٹو الیکٹرانوں کا اخراج 0.35V کا وولٹیج لگا کر روکا جاسکتا ہے۔ جب کہ استعمال کیے جانے والے اشعاع کا طولِ موج 256.7 nm ہے۔ چاندی دھات کے لیے کام تفاعل کا حساب لگائیے۔

2.54 اگر 150 pm طولِ موج کا ایک فوٹان ایک ایٹم سے ٹکراتا ہے اور اس ایٹم کا ایک اندرونی بندھا ہوا الیکٹران $1.5\times10^{7} ms^{-1}$ کی رفتار سے خارج ہوتا ہے، تو اس توانائی کا حساب لگائیے، جس سے وہ الیکٹران نیوکلیس سے بندھا ہوا تھا۔

2.55 پاشن سلسلہ میں اخراج عبور اربٹ n=3 پر رک جاتے ہیں اور اربٹ n سے شروع ہوتے ہیں اور انھیں ظاہر کیا جاسکتا ہے:

$$\upsilon = 3.29 \times 10^{15} \text{ (Hz) } [1/3^2 - 1/n^2]$$ -

اگر عبور 1285 nm پر دیکھنے میں آتا ہے تو n کی قدر کا حساب لگائیے۔ طیف کا خطہ معلوم کیجیے۔

2.56 اس اخراجی ٹرانزیشن کا طولِ موج معلوم کیجیے جو اس اربٹ سے شروع ہوتا ہے، جس کا نصف قطر 1.3225 nm ہے اور 211.6 pm نصف قطر والے اربٹ پر پر ختم ہوتا ہے۔ اس سلسلے کا نام بتائیے، جس سے یہ ٹرانزیشن تعلق رکھتا ہے اور طیف کا خطہ بتائیے۔

2.57 ڈی بگراگلی کے ذریعے تجویز کئے گئے مادہ کے دہرے برتاؤ نے الیکٹران مائیکروسکوپ کی دریافت کی راہ دکھائی۔ یہ مائیکروسکوپ اکثر حیاتیاتی سالمات اور دوسرے قسم کے مادوں کے بہت زیادہ تکبیر شدہ عکس حاصل کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ اگر اس مائیکروسکوپ میں الیکٹران کی رفتار $1.6\times10^{6} ms^{-1}$ ہے، تو اس الیکٹران سے منسلک ڈی براگلی طولِ موج کا حساب لگائیے۔

2.58 الیکٹران انصراف مائیکروسکوپ کی طرح نیوٹران انصراف مائیکروسکوپ کا استعمال بھی سالمات کی ساخت معلوم کرنے کے لیے ہوتا ہے۔ اگر یہاں استعمال ہونے والی طولِ موج 800 pm ہے تو نیوٹران سے منسلک مخصوص رفتار کا حساب لگائیے۔

2.59 اگر بوہر کے پہلے اربٹ میں الیکٹران کی رفتار $2.19\times10^{6} ms^{-1}$ ہے تو اس سے منسلک ڈی براگلی طولِ موج کا حساب لگائیے۔

2.60 1000 V کے برقی مضمر فرق میں حرکت کرتے ہوئے پروٹان سے منسلک رفتار $4.37\times10^{5} ms^{-1}$ ہے۔ اگر 0.1kg کمیت کی ہاکی کی گیند اسی رفتار سے حرکت کر رہی ہو تو اس رفتار سے منسلک طولِ موج کا حساب لگائیے۔

2.61 اگر ایک الیکٹران کا مقام ±0.002nm کی درستگی صحت کے ساتھ ناپا جاتا ہے تو الیکٹران کے معیار حرکت میں عدم یقینی کا حساب لگائیے۔ فرض کیجیے الیکٹران کا معیار حرکت $h/4\pi_m \times 0.05$ nm ہے۔ اس قدر کی تعریف کرنے میں کیا کوئی مسئلہ ہے؟

2.62 چھ الیکٹرانوں کے کوانٹم نمبر ذیل میں دیے گئے ہیں۔ انھیں بڑھتی ہوئی توانائی کی ترتیب میں رکھئے۔ کیا ان میں سے کسی مجموعے (مجموعوں) کی توانائی یکساں ہے۔

1. $n = 4, l = 2, m_l = -2$, $ms = -1/2$
2. $n = 3, l = 2, m_l = 1$, $m_s = +1/2$
3. $n = 4, l = 1, m_l = 0$, $m_s = +1/2$
4. $n = 3, l = 2, m_l = -2$, $m_s = -1/2$
5. $n = 3, l = 1, m_l = -1$, $m_s = +1/2$
6. $n = 4, l = 1, m_l = 0$, $m_s = +1/2$

2.63 برومین ایٹم میں 35 الیکٹران ہوتے ہیں۔ اس میں سے 6، الیکٹران 2p ارِبٹل میں، 6 الیکٹران 3p ارِبٹل میں اور 5 الیکٹران 4p ارِبٹل میں ہوتے ہیں۔ ان میں سے کون سے الیکٹران سب سے کم موثر نیوکلیائی چارج محسوس کرتے ہیں۔

2.64 مندرجہ ذیل ارِبٹل کے جوڑوں میں کون سا ارِبٹل مقابلتاً زیادہ نیوکلیائی چارج محسوس کرے گا؟

(i) 2s اور 3s، (ii) $4d$ اور $4f$، (iii) $3d$ اور $3p$

2.65 Al اور Si میں غیر جفتی الیکٹران $3p$ ارِبٹل میں ہوتے ہیں۔ کون سے الیکٹران نیوکلیس سے مقابلتاً زیادہ موثر نیوکلیائی چارج محسوس کریں گے۔

2.66 مندرجہ ذیل میں غیر جفتی الیکٹرانوں کی نشاندہی کیجیے:

(a)p (b)si (c) Cr (d) Fe (e) Kr

2.67 (a) n=4 سے کتنے ذیلی شیل منسلک ہیں۔ (b) n=4 کے لیے ان ذیلی شیل میں کتنے الیکٹران ہوں گے، جن کی m_s قدر (-½) ہے۔

عناصر کی درجہ بندی اور خصوصیات میں دوریت (Classification of Elements and Periodicity in Properties)

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- سمجھ سکیں گے کہ کس طرح عناصر کی ان کی خصوصیات کی بنیاد پر درجہ بندی نے دوری جدول بنانے میں مدد کی؛
- دوری کلیہ کو سمجھ سکیں؛
- دوری درجہ بندی کی بنیاد فراہم کرنے میں ایٹمی عدد اور الیکٹرانی تشکل کی اہمیت کو سمجھ سکیں گے۔
- IUPAC تسمیہ کے مطابق $Z > 100$ عناصر کے نام بتا سکیں؛
- عناصر کو s، p، d، f بلاک میں تقسیم کر سکیں گے اور ان کی اہم خصوصیات یاد رکھ سکیں۔
- عناصر کی طبعی اور کیمیائی خصوصیات میں دوری رجحان کو پہچان سکیں؛
- عناصر کی تعاملیت کا موازنہ کر سکیں گے اور اسے قدرتی ماحول میں ان کے وقوع سے ہم آہنگ کر سکیں؛
- آیونائزیشن اینتھالپی اور دھاتی خصوصیات میں تعلق کی وضاحت کر سکیں؛
- ایٹموں کی اہم خصوصیات مثلاً ایٹمی/ آینی نصف قطر، آیونائزیشن اینتھالپی۔ الیکٹران گین اینتھالپی برق منفیت۔ عناصر کی گرفت وغیرہ سے تعلق رکھنے والے تصورات کے اظہار کے لیے سائنسی زبان کا استعمال کر سکیں۔

"دوری جدول اصول اور عمل کے لحاظ سے بلاشبہ علم کیمیا میں ایک اہم تصور ہے. طلبا کے لیے یہ روز مرہ کا معاون ہے ماہرین کے لیے تحقیق کے نئے مواقع تجویز کرتا ہے، اور کل علم کیمیا کے لیے مختصر اور جامع تنظیم مہیا کرتا ہے. یہ اس امر کا قابل تعریف اظہار ہے کہ کیمیاوی عناصر اکائیوں کا بے ترتیب مجموعہ نہیں ہے بلکہ ایک عام رجحان کا اظہار کرتے ہیں اور ایک ساتھ جماعتوں میں رہتے ہیں. دوری جدول سے واقفیت ہر اس شخص کے لیے لازمی ہے جو اس دنیا کو سلجھانا چاہتا ہے اور یہ دیکھنا چاہتا ہے کہ یہ علم کیمیا کے بنیادی بلڈنگ بلاک کیمیاوی عناصر سے مل کر کس طرح بنی ہے."

(گلن. ٹی. سیبرگ)

اس باب میں ہم دوری جدول (جیسی کہ یہ آج ہے) کے تاریخی ارتقا اور جدید دوری کلیہ کا مطالعہ کریں گے۔ ہم یہ بھی سیکھیں گے کہ دوری درجہ بندی کس طرح ایٹموں کے الیکٹرانی تشکل کے منطقی نتیجہ کو اختیار کرتی ہے۔ آخر میں ہم عناصر کی طبعی اور کیمیاوی خصوصیات میں دوری رجحان کا جائزہ بھی لیں گے۔

3.1 ہمیں عناصر کی درجہ بندی کی ضرورت کیوں ہے (Why do we Need to Classify Elements)

اب ہم جان چکے ہیں کہ عناصر ہر قسم کے مادے کی بنیادی اکائیاں ہوتی ہیں۔ 1800 عیسوی میں کل 31 عناصر کے بارے میں معلومات تھیں۔ 1865 تک دریافت شدہ عناصر کی تعداد دوگنی ہو کر 63 تک پہنچ گئی۔ آج تک 114 عناصر معلوم کیے جا چکے ہیں۔ ان میں سے حال ہی میں دریافت کیے گئے عناصر انسانوں کے بنائے ہوئے ہیں۔ نئے عناصر

جدول 3.1 ڈوبرنیئر کے ٹرائیڈز

عناصر	ایٹمی وزن	عناصر	ایٹمی وزن	عناصر	ایٹمی وزن
Li	7	**Ca**	40	**Cl**	35.5
Na	23	**Sr**	88	**Br**	80
K	39	**Ba**	137	**I**	127

کے تالیف کی کوششیں جاری ہیں۔ عناصر کی اتنی بڑی تعداد کے ساتھ یہ بہت مشکل ہے کہ ہر عنصر اور اس کے لاتعداد مرکبات کی کیمیاوی خصوصیات کا مطالعہ انفرادی طور پر کیا جاسکے۔ اس مسئلہ کو حل کرنے کے لیے سائنسدانوں کے عناصر کی درجہ بندی کرکے ان کے متعلق معلومات کو منظم کرنے کا طریقہ تلاش کرلیا۔ اس طرح نہ صرف یہ کہ عناصر سے متعلق معلوم شدہ حقائق کو استدلال فراہم کیا جاسکے گا بلکہ آئندہ مطالعے کے لیے نئے حقائق کی پیشین گوئی بھی کی جاسکے گی۔

3.2 دوری درجہ بندی کی ابتدا (Genesis of Periodic Classification)

عناصر کی مختلف درجات میں درجہ بندی اور دوری کلیہ نیز دوری جدول کا ارتقا سائنسدانوں کے اپنے مشاہدے اور تجربات کی بنیاد پر حاصل کی گئی معلومات کو اصول کے مطابق ترتیب دینے کا نتیجہ ہے۔ 1800 کے ابتدائی برسوں میں جرمن کیمیا داں جون ڈوبرنیر (John Dobereiner) پہلا سائنسداں تھا جس نے عناصر کی خصوصیات میں ایک رجحان کے تصور پر غور کیا۔ 1829 تک اس نے تین عناصر (Triods) کے مختلف گروہوں کی طبعی اور کیمیائی خصوصیات میں یکسانیت کو نوٹ کیا۔ ہر گروہ میں اس نے دیکھا کہ ہر ٹرائڈ کے درمیانی عنصر کا ایٹمی وزن باقی دو عناصر کے ایٹمی وزن کے مجموعہ کا آدھا ہے (جدول 3.1)۔ اس کے علاوہ درمیانی عنصر کی خصوصیات بھی باقی دو عناصر کی خصوصیات کے درمیان ہیں۔ چونکہ ڈوبیریز کا یہ تعلق جسے ٹرائڈ کا کلیہ (Law of Trids) کہتے ہیں صرف چند عناصر کے لیے ہی کارگر ثابت ہوتا ہے اس کو اتفاق کہہ کر رد کر دیا گیا عناصر کو تقسیم کرنے کی اگلی کوشش فرانسیسی ارضیات داں اے ای بی ڈی چانکرٹوائس نے 1862 میں کی۔ انہوں نے اس وقت تک دریافت شدہ عناصر کو ان کے ایٹمی وزن کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں رکھا اور عناصر کا ایک اسطوانی جدول بنایا جس میں ان کی خصوصیات کے دوری تواتر کو دکھایا گیا۔ اس نے بھی زیادہ توجہ حاصل نہیں کی۔ انگریز کیمیاداں جان الیگزینڈر نیولینڈ نے 1865 میں آکٹیو کلیہ (Law of Octaves) دیا۔ اس نے عناصر کو ان کے بڑھتے ہوئے ایٹمی وزن کے ساتھ ترتیب دیا اور دیکھا کہ ہر آٹھویں عنصر کی خصوصیات پہلے عنصر کی خصوصیات سے مشابہ ہیں (جدول 3.2)۔ یہ تعلق بالکل ایسا ہی ہے جیسا کہ موسیقی کے آٹھ سروں میں ہوتا ہے جہاں ہر آٹھواں سر پہلے کے مشابہ ہوتا ہے۔ نیولینڈ کا آکٹیو کلیہ صرف کیلشیم تک کے عناصر تک صحیح ہے۔ اگر چہ اس خیال کو اس زمانے میں بہت زیادہ مقبولیت نہیں ملی پھر بھی 1887 میں لندن کی رائل سوسائٹی نے ان کے کام کے لیے انہیں ڈیوی میڈل سے نوازا۔

جدول 3.2 نیولینڈ کے آکٹیو

عناصر	**Li**	**Be**	**B**	**C**	**N**	**O**	**F**
ایٹمی وزن	7	9	11	12	14	16	19
عناصر	**Na**	**Mg**	**Al**	**Si**	**P**	**S**	**Cl**
ایٹمی وزن	23	24	27	29	31	32	35.5
عناصر	**K**	**Ca**					
ایٹمی وزن	39	40					

دوری کلیہ جیسا کہ آج ہم اسے جانتے ہیں اس کا سہرا روسی کیمیاداں، دمتری مینڈلیف (1834-1907) اور جرمن کیمیاداں لوتھر میئر (1830-1895) کے سر ہے دونوں کیمیادانوں نے انفرادی طور پر کام کرتے ہوئے 1869 میں یہ تجویز رکھی کہ عناصر کو ان کے بڑھتے ہوئے ایٹمی وزن کی ترتیب میں رکھے جانے پر ایک باقاعدہ وقفہ کے بعد ان کی طبعی اور کیمیاوی خصوصیات میں یکسانیت ظاہر ہوتی ہے۔ لوتھر میئر نے طبعی خصوصیات جیسے کہ حجم نقطہ گداخت اور نقطہ جوش کو ایٹمی وزن کے مطابق ترتیب دیا تو دیکھا کہ ایک دوری بالتواتر نقشہ ابھر کر آتا ہے۔ نیولینڈ کے برخلاف لوتھر میئر نے اس دوہراتے ہوئے نقشہ کی لمبائی تبدیلی نوٹ کی۔ 1868 تک لوتھر میئر نے ایک جدول تیار کی جو جدید دوری جدول سے مشابہہ تھی۔

بہر حال اس کا کام اس وقت تک شائع نہیں ہوا جب تک کہ سائنسداں دمتری مینڈلیف کا کام شائع نہیں ہوا، جسے جدید دوری جدول کے ارتقا سے شہرت ملی۔ جبکہ ڈوبیرنیئر نے دوری تعلقات کا مشاہدہ کیا تھا، یہ مینڈلیف ہی تھا جس نے پہلی مرتبہ دوری کلیہ کو شائع کیا۔ اس کا بیان اس طرح ہے کہ:

"عناصر کی خصوصیات ان کے ایٹمی وزن کا دوری تفاعل ہوتی ہیں"

مینڈلیف نے عناصر کو ان کے بڑھتے ہوئے ایٹمی وزن کے اعتبار سے ایک جدول میں افقی قطاروں اور عمودی کالموں میں اس طرح ترتیب دیا کہ یکساں خصوصیات والے عناصر ایک ہی عمودی کالم یا گروپ میں ہوں۔ عناصر کی درجہ بندی کا مینڈلیف کا طریقہ لوتھر میئر کے طریقہ سے زیادہ واضح تھا۔ انہوں نے دوریت کی اہمیت کو پوری طرح پہچانا اور عناصر کی تقسیم میں ان کی طبعی اور کیمیاوی خصوصیات کے وسیع دائرے کو استعمال کیا۔ مینڈلیف نے خاص طور پر امپیریکل فارمولوں میں یکسانیت اور عناصر کے مرکبات کی خصوصیات پر بھروسہ کیا۔ اس نے یہ محسوس کیا کہ اگر ایٹمی وزن کی سختی سے پابندی کی جاتی ہے تو کچھ عناصر درجہ بندی کی اس اسکیم میں فٹ نہیں ہوتے۔ اس نے ایٹمی وزن کو یہ سوچتے ہوئے نظرانداز کردیا کہ ہوسکتا ہے کہ ایٹمی پیمائش صحیح نہ ہو، اور یکساں خصوصیات والے عناصر کو ایک ساتھ رکھ دیا۔ مثال کے طور پر آیوڈین جس کا ایٹمی وزن ٹیلوریم (گروپ VI) سے کم ہے اسے گروپ VII میں فلورین کلورین اور برومین کے ساتھ رکھ دیا کیونکہ ان کی خصوصیات یکساں تھیں (شکل 3.1)۔ اسی وقت یکساں خصوصیات والے عناصر کو ایک ہی گروپ میں ترتیب دینے کے اپنے بنیادی مقصد کے تحت اس نے تجویز کیا کہ کچھ عناصر دریافت ہونا باقی ہیں اور اسی لیے اس نے جدول میں بہت سے خالی مقامات چھوڑ دیے۔ مثال کے طور پر گیلیم اور جرمینیم دونوں عناصر ہی اس وقت دریافت نہیں ہوئے تھے جب مینڈلیف نے دوری جدول کو شائع کیا تھا۔ اس نے ایک ایلومینیم کے نیچے اور ایک سیلکان کے نیچے خالی مقام چھوڑ دیا اور ان عناصر کو ایکاالمونیم اور ایکاسیلکان کہا۔ مینڈلیف نے نہ صرف گیلیم اور جرمینیم کی موجودگی کی پیشین گوئی کی بلکہ ان کی کچھ عام طبعی خصوصیات بھی بیان کیں۔ ان عناصر کی دریافت بعد میں ہوئی ان عناصر کی کچھ خصوصیات جن کی پیشین گوئی مینڈلیف نے کی تھی اور جو تجربہ کی بنیاد پر پائی گئیں وہ جدول 3.3 میں دکھائی گئی ہیں۔

مینڈلیف کی جرأت مندانہ طریقہ سے کی گئی مقداری پیشین گوئیاں اور آخر کار ان کی کامیابی نے اسے اور اس کی دوری جدول کو شہرت بخشی۔ 1905 میں شائع ہوئی مینڈلیف کی دوری جدول کو شکل 3.1 میں دکھایا گیا ہے۔

جدول 3.3 ایکاالمونیم (گیلیم) اور ایکاسیلکان (جرمینیم) کے لیے مینڈلیف کی پیشین گوئیاں

خصوصیات	ایکا ایلومنیم (پیشین گوئی)	گیلیم (دریافت)	ایکا سیلکان پیشین گوئی	جرمنیم دریافت
ایٹمی وزن	68	70	72	72.6
کثافت/ (g/cm^3)	5.9	5.94	5.5	5.36
نقطہ گداخت (K)	کم	29.78	زیادہ	1231
آکسائڈ کا ضابطہ	E_2O_3	Ga_2O_3	EO_2	GeO_2
کلورائڈ کا ضابطہ	ECl_3	$GaCl_3$	ECl_4	$GeCl_4$

گروپ اور سلسلہ میں عناصر کا دوری نظام

سلسلہ	عناصر کے گروپ 0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	-	Hydrogen H 1.008	-	-					
2	Helium He 4.0	Lithium Li 7.03	Beryllium Be 9.1	Boron B 11.0	Carbon C 12.0	Nitrogen N 14.04	Oxygen O 16.00	Fluorine F 19.0	
3	Neon Ne 19.9	Sodium Na 23.5	Magnesium Mg 24.3	Aluminium Al 27.0	Silicon Si 28.4	Phosphorus P 31.0	Sulphur S 32.06	Chlorine Cl 35.45	
4	Argon Ar 38	Potassium K 39.1	Calcium Ca 40.1	Scandium Sc 44.1	Titanium Ti 48.1	Vanadium V 51.4	Chromium Cr 52.1	Manganese Mn 55.0	Iron Fe 55.9; Cobalt Co 59; Nickel Ni 59; (Cu)
5		Copper Cu 63.6	Zinc Zn 65.4	Gallium Ga 70.0	Germanium Ge 72.3	Arsenic As 75	Selenium Se 79	Bromine Br 79.95	
6	Krypton Kr 81.8	Rubidium Rb 85.4	Strontium Sr 87.6	Yttrium Y 89.0	Zirconium Zr 90.6	Niobium Nb 94.0	Molybdenum Mo 96.0	-	Ruthenium Ru 101.7; Rhodium Rh 103.0; Palladium Pd 106.5; (Ag)
7		Silver Ag 107.9	Cadmium Cd 112.4	Indium In 114.0	Tin Sn 119.0	Antimony Sb 120.0	Tellurium Te 127.6	Iodine I 126.9	
8	Xenon Xe 128	Caesium Cs 132.9	Barium Ba 137.4	Lanthanum La 139	Cerium Ce 140	-	-	-	
9		-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	Ytterbium Yb 173	-	Tantalum Ta 183	Tungsten W 184	-	Osmium Os 191; Iridium Ir 193; Platinum Pt 194.9; (Au)
11		Gold Au 197.2	Mercury Hg 200.0	Thallium Tl 204.1	Lead Pb 206.9	Bismuth Bi 208	-	-	
12	-	-	Radium Ra 224	-	Thorium Th 232	-	Uranium U 239		
					HIGHER SALINE OXIDES				
	R	R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4
					HIGHER GASEOUS HYDROGEN COMPOUNDS				
					RH_4	RH_3	RH_2	RH	

شکل 3.1 مینڈلیف کا دوری جدول جو پہلے شائع ہوا۔

دمتری مینڈلیف، ٹوبالسک، سائبیریا (روس) میں پیدا ہوئے۔ ان کے والد کے انتقال کے بعد ان کا خاندان سینٹ پیٹرز برگ منتقل ہو گیا۔ انھوں نے 1856 میں کیمسٹری میں ماسٹر ڈگری حاصل کی اور 1865 میں پی۔ایچ۔ڈی کی ڈگری حاصل کی۔ وہ سینٹ پیٹرز برگ میں پڑھاتے تھے جہاں ان کی تقرری 1867 میں جنرل کیمسٹری کے پروفیسر کی حیثیت سے ہوئی تھی۔ اپنی عظیم نصابی کتاب پرنسپل آف کیمسٹری، کے ابتدائی کام نے **'دوری کلیہ'** تجویز کرنے اور عناصر کی **دوری جدول** تشکیل کرنے میں ان کی رہنمائی کی۔ اس وقت ایٹم کی ساخت کا علم نہیں تھا اور مینڈ لیف کا یہ خیال کہ عناصر کی خاصیتیں کسی نہ کسی طرح ان کی ایٹمی کمیتوں سے تعلق رکھتی ہیں، بہت ہی تصوراتی خیال تھا۔ بعض عناصر کو ان کی کیمیاوی خصوصیات کے لحاظ سے صحیح گروپ میں رکھنے کے لیے مینڈلیف نے عناصر کے کچھ جوڑوں کی ترتیب بدل دی اور پر زور طور پر کہا کہ ان کی ایٹمی کمیتیں غلط تھیں۔ مینڈلیف میں پیشین گوئی کی بھی صلاحیت تھی جس کے باعث انھوں نے دوری جدول میں اس وقت نا معلوم عناصر کے لیے جگہ مقرر کردی تھی اور متعلقہ عناصر کی خاصیتوں کے رجحان کو دیکھتے ہوئے ان کی خصوصیات کی پیشین گوئی بھی کردی تھی۔ جب وہ نامعلوم عناصر اور ان کی خصوصیات دریافت ہوئیں تو مینڈلیف کی پیشین گوئیاں حیرت انگیز طور پر درست ثابت ہوئیں۔

مینڈلیف کے دوری کلیہ نے بعد کے برسوں میں تحقیق کے مختلف شعبوں میں تحریک پیدا کردی۔ 1890 میں پہلی دو نوبل گیسوں ہیلیم اور آرگن کی دریافت نے اس بات کی طرف اشارہ کیا کہ ایسے اور بھی عنصر ہونے چاہئیں جو اس خاندان کو پر کردیں۔ اس خیال نے ریمسے (Ramsay) کی رہنمائی کرپٹان اور زینان کی کامیاب تلاش کی سمت میں کی۔ بیسویں صدی کے ابتدائی برسوں میں یورینیم اور تھوریم کے تابکارانہ انحطاطی سلسلے (Radioctive Decay Series) پر تحقیقی کام کی طرف بھی دوری جدول نے ہی رہنمائی کی تھی۔

مینڈ لیف ہمہ گیر عبقری شخص تھے۔ انھوں نے روس کے قدرتی وسائل سے جڑے ہوئے کئی مسائل پر کام کیا۔ انھوں نے ایک بیرومیٹر بھی ایجاد کیا۔ 1890 میں انھوں نے پروفیسر کے عہدے سے استعفیٰ دے دیا۔ انھیں وزن اور پیمائش کے بیورو کا ڈائریکٹر بنایا گیا۔ 1907 میں اپنے انتقال کے وقت تک انھوں نے مختلف شعبوں میں اہم تحقیقی کام کیا۔

آپ جدید دوری جدول (شکل 3.2) سے یہ بات نوٹ کریں گے کہ 101 ایٹمی عدد والے عنصر کا نام مینڈلیف کے نام پر مینڈیلویم رکھ کر مینڈلیف کے نام کو زندہ جاوید کر دیا گیا ہے۔ یہ نام امریکی سائنسداں گلین۔ ٹی سیبرگ "عظیم روسی کیمیاداں کے اہم رول کے اعتراف میں تجویز کیا تھا جس نے سب سے پہلے عناصر کے دوری نظام کو نا معلوم عناصر کی کیمیاوی خصوصیات کی پیشین گوئی کے لیے استعمال کیا تھا، ایک اصول جو تقریباً تمام ورائے یورنیم (Transuranium) عناصر کی دریافت کی کنجی رہا ہے"۔

3.3 جدید دوری کلیہ اور دوری جدول کی موجودہ شکل (Modern Periodic Law and the Present Form of the Periodic Table)

ہمیں یہ بات ذہن میں رکھنی چاہیے کہ جب مینڈلیف نے اپنی دوری جدول (Periodic Table) تیار کی تھی تو اس وقت کیمیادانوں کو ایٹم کی اندرونی ساخت کا کوئی علم نہ تھا۔ بہرحال بیسویں صدی کی ابتدا ذیلی ایٹمی ذرات سے متعلق نظریات کے عمیق ارتقا کی شاہد ہے۔ 1913 میں انگریز ماہر طبعیات ہینری موسلے (Henry Mosely) نے عناصر کے مخصوص **ایکسرے اسپیکٹرم** (X-Ray Spectrum) میں باقاعدگی دیکھی۔ ایک $\sqrt{\nu}$ کا پلاٹ (جہاں ν خارج کی گئی ایکسرے کی فریکوئنسی ایٹمی عدد (Z) کے ساتھ ایک سیدھی لائن دیتا ہے جبکہ $\sqrt{\nu}$ کا پلاٹ ایٹمی کمیت کے ساتھ سیدھی لائن نہیں دیتا۔ اس طرح اس نے یہ دکھایا کہ کسی عنصر کا ایٹمی عدد اس کی ایٹمی کمیت کے مقابلے میں زیادہ بنیادی خصوصیت ہے۔ **مینڈلیف کا دوری کلیہ** پھر اسی اعتبار سے تبدیل کیا گیا۔ یہ **جدید دوری کلیہ** کہلاتا ہے اور اسے اس طرح بیان کرسکتے ہیں کہ:

"عناصر کی طبعی اور کیمیائی خاصیتیں ان کے ایٹمی اعداد کا دوری تفاعل ہوتی ہیں"۔

دوری کلیہ نے قدرتی طور پر پائے جانے والے 94 عناصر میں اہم مشابہت کا انکشاف کیا (نیپچونیم اور پلوٹونیم بھی ایکٹینیم اور پروٹو ایکٹینیم کی طرح یورینیم کی ایک کچ دھات پچ بلینڈ میں پائے جاتے ہیں)۔ اس نے غیر نامیاتی کیمیا (Inorganic Chemistry) میں نئے سرے سے دلچسپی کی تحریک پیدا کی جو ابھی بھی مختصر وقفہ حیات والے مصنوعی طریقے سے پیدا کیے جانے والے عناصر کے تیار کرنے میں جاری ہے۔

آپ کو یاد ہوگا کہ ایٹمی عدد نیوکلیائی چارج (یعنی پروٹان کی تعداد) کے برابر ہوتا ہے یا پھر برقی لحاظ سے تعدیل ایٹم کے الیکٹرانوں کی تعداد کے برابر ہوتا ہے اس طرح عناصر کی دوریت میں کوانٹم نمبر اور الیکٹرانی تشکل کی اہمیت کا تصور کرنا آسان ہو جاتا ہے۔ درحقیقت اب یہ تسلیم کیا گیا ہے کہ دوری کلیہ الیکٹرانی تشکل میں دوری تبدیلیوں کا لازمی نتیجہ ہے جو دراصل عناصر اور ان کے مرکبات کی طبعی اور کیمیائی خاصیتوں کا تعین کرتا ہے۔

وقتاً فوقتاً دوری جدول کی کئی شکلیں وجود میں آئیں کچھ شکلوں نے کیمیائی تعامل اور گرفت پر زور دیا جبکہ کچھ دوسری شکلوں نے عناصر کے الیکٹرانی تشکل پر زور دیا۔ ایک جدید شکل جو عناصر کے **دوری جدول کی لمبی شکل** کہلاتی ہے (شکل 3.2) بہت آسان اور زیادہ استعمال کی جانے والی شکل ہے۔ افقی قطاریں (جنھیں مینڈلیف نے سلسلہ کہا تھا) دور (Period) کہلاتی ہیں اور عمودی کالم گروپ کہلاتے ہیں۔ وہ عناصر جن کے باہری الیکٹرانی تشکل یکساں ہوتے ہیں انہیں عمودی کالم میں رکھا گیا ہے جنھیں **گروپ** یا **خاندان** کہا جاتا ہے انٹرنیشنل یونین آف پیور اینڈ اپلائڈ کیمسٹری (IUPAC) کی سفارشات کے مطابق گروپوں کو 1 سے 18 تک نمبر دیئے گئے ہیں جس سے گروپوں کی پرانی شناخت VII IA.............A، VIII، IB.........VII B اور O ختم ہوگئی۔

اس میں کل ملا کر سات پیریڈ ہیں۔ دوری عدد اس دور کے عناصر کے اعلیٰ ترین پرنسپل کوانٹم نمبر (n) کے مطابق ہوتا ہے۔ پہلے دور میں 2 عناصر ہیں۔ اس کے بعد کے ادوار میں بالترتیب 8، 8، 18، 18 اور 32 عناصر ہوتے ہیں۔ ساتواں دور نامکمل ہے اور چھٹے دور کی طرح اس میں بھی نظریاتی طور پر (کوانٹم نمبر کی بنیاد پر) 32 عناصر ہوں گے۔ دوری جدول کی اس شکل میں چھٹے اور ساتویں دور کے 14 عناصر (بالترتیب لینتھانائڈ اور ایکٹینائڈ) علاحدہ قطاروں میں سب سے نیچے رکھے گئے ہیں۔*

3.4 100 سے بڑے ایٹمی اعداد والے عناصر کا نظام تسمیہ (Nomenclature of Elements With Atomic Numbers > 100)

پہلے نئے عناصر کے نام رکھنے کی ذمے داری روایتی طور پر ان کے دریافت کرنے والے (یا والوں) پر چھوڑ دی جاتی تھی اور تجویز کیے گئے نام کی تصدیق IUPAC کرتی تھی۔ حالیہ برسوں میں اس سے کچھ تنازعے پیدا ہوئے ہیں۔ بہت زیادہ ایٹمی اعداد والے نئے عناصر اتنے غیر مستقل ہوتے ہیں کہ ان کی بہت کم مقدار یا پھر کبھی کبھی چند ایٹم ہی حاصل ہوسکتے ہیں۔ لہٰذا ان کی تالیف اور وصف نگاری کے لیے نہایت مخصوص اور قیمتی آلات نیز تجربہ گاہوں کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس طرح کا کام دنیا کی

* 20 ویں صدی کے وسط میں گلن ٹی۔ سیبرگ کا کام 1940 میں پلوٹونیم کی دریافت سے شروع ہوا، اس کے بعد 94 سے 104 تک تمام ورائے یورنیم عناصر کی دریافت نے دوری جدول کی دوبارہ تشکیل کی جس میں ایکٹینائڈ کو لینتھنائڈ کے نیچے رکھا گیا۔ 1951 میں سیبرگ کو علم کیمیا میں اپنے کام کے لیے **نوبل انعام** دیا گیا۔ عنصر 106 کو ان کے اعزاز میں سیبورگیم (Sg) کا نام دیا گیا۔

نمائندہ عناصر — گروپ نمبر (1, 2) · d- عبوری عناصر — گروپ نمبر (3–12) · نمائندہ عناصر — گروپ نمبر (13–17) · نوبل گیسیں (18)

1 H $1s^1$

دوری عدد	1 IA	2 IIA	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 0
1																		2 He $1s^2$
2	3 Li $2s^1$	4 Be $2s^2$											5 B $2s^22p^1$	6 C $2s^22p^2$	7 N $2s^22p^3$	8 O $2s^22p^4$	9 F $2s^22p^5$	10 Ne $2s^22p^6$
3	11 Na $3s^1$	12 Mg $3s^2$											13 Al $3s^23p^1$	14 Si $3s^23p^2$	15 P $3s^23p^3$	16 S $3s^23p^4$	17 Cl $3s^23p^5$	18 Ar $3s^23p^6$
4	19 K $4s^1$	20 Ca $4s^2$	21 Sc $3d^14s^2$	22 Ti $3d^24s^2$	23 V $3d^34s^2$	24 Cr $3d^54s^1$	25 Mn $3d^54s^2$	26 Fe $3d^64s^2$	27 Co $3d^74s^2$	28 Ni $3d^84s^2$	29 Cu $3d^{10}4s^1$	30 Zn $3d^{10}4s^2$	31 Ga $4s^24p^1$	32 Ge $4s^24p^2$	33 As $4s^24p^3$	34 Se $4s^24p^4$	35 Br $4s^24p^5$	36 Kr $4s^24p^6$
5	37 Rb $5s^1$	38 Sr $5s^2$	39 Y $4d^15s^2$	40 Zr $4d^25s^2$	41 Nb $4d^45s^1$	42 Mo $4d^55s^1$	43 Tc $4d^55s^2$	44 Ru $4d^75s^1$	45 Rh $4d^85s^1$	46 Pd $4d^{10}$	47 Ag $4d^{10}5s^1$	48 Cd $4d^{10}5s^2$	49 In $5s^25p^1$	50 Sn $5s^25p^2$	51 Sb $5s^25p^3$	52 Te $5s^25p^4$	53 I $5s^25p^5$	54 Xe $5s^25p^6$
6	55 Cs $6s^1$	56 Ba $6s^2$	57 La* $5d^16s^2$	72 Hf $4f^{14}5d^26s^2$	73 Ta $5d^36s^2$	74 W $5d^46s^2$	75 Re $5d^56s^2$	76 Os $5d^66s^2$	77 Ir $5d^76s^2$	78 Pt $5d^96s^1$	79 Au $5d^{10}6s^1$	80 Hg $5d^{10}6s^2$	81 Tl $6s^26p^1$	82 Pb $6s^26p^2$	83 Bi $6s^26p^3$	84 Po $6s^26p^4$	85 At $6s^26p^5$	86 Rn $6s^26p^6$
7	87 Fr $7s^1$	88 Ra $7s^2$	89 Ac** $6d^17s^2$	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo

f- اندرونی عبوری عناصر

* لینتھانائڈ $4f^n5d^{0-1}6s^2$	58 Ce $4f^25d^06s^2$	59 Pr $4f^35d^06s^2$	60 Nd $4f^45d^06s^2$	61 Pm $4f^55d^06s^2$	62 Sm $4f^65d^06s^2$	63 Eu $4f^75d^06s^2$	64 Gd $4f^75d^16s^2$	65 Tb $4f^95d^06s^2$	66 Dy $4f^{10}5d^06s^2$	67 Ho $4f^{11}5d^06s^2$	68 Er $4f^{12}5d^06s^2$	69 Tm $4f^{13}5d^06s^2$	70 Yb $4f^{14}5d^06s^2$	71 Lu $4f^{14}5d^16s^2$
** ایکٹینائڈ $5f^n6d^{0-2}7s^2$	90 Th $5f^06d^27s^2$	91 Pa $5f^26d^17s^2$	92 U $5f^36d^17s^2$	93 Np $5f^46d^17s^2$	94 Pu $5f^66d^07s^2$	95 Am $5f^76d^07s^2$	96 Cm $5f^76d^17s^2$	97 Bk $5f^96d^07s^2$	98 Cf $5f^{10}6d^07s^2$	99 Es $5f^{11}6d^07s^2$	100 Fm $5f^{12}6d^07s^2$	101 Md $5f^{13}6d^07s^2$	102 No $5f^{14}6d^07s^2$	103 Lr $5f^{14}6d^17s^2$

شکل 3.2 عناصر کے ایٹمی اعداد اور گراؤنڈ اسٹیٹ میں باھری الیکٹرانی تشکلات کے ساتھ دوری جدول کی لمبی شکل گروپوں کو 1984 کی آئی یو پی اے سی (IUPAC) سفارشات کے مطابق 1 سے 18 تک کے عدد سے ظاھر کیا گیا ھے اس اظھار نے اعداد کے پرانے طریقہ VIIA - IA، VIIIB - IB اور O کی جگہ لی ھے۔

صرف چند ہی تجربہ گاہوں میں مقابلہ جاتی جوش کے ساتھ کیا جاتا ہے۔ کبھی کبھی سائنسداں نئے عنصر سے متعلق معتبر اعداد و شمار جمع کرنے سے پہلے ہی اپنی دریافت پر حق جتانے کے لیے جلد بازی سے کام لیتے ہیں۔ مثال کے طور پر امریکی اور روسی دونوں سائنسدانوں نے عنصر 104 کی دریافت کے لیے شہرت کا دلی مطالبہ کیا۔ امریکیوں نے اسے روتھرفورڈیم (Rutherfordium) کا نام دیا جبکہ روسیوں نے کرچاٹوویم (Kurchatovium) کا نام دیا۔ اس طرح کے تنازعے سے بچنے کے لیے IUPAC نے تجویز رکھی کہ جب تک کہ نئے عنصر کی دریافت ثابت نہیں ہو جاتی اور اس کے نام کو قانونی طور پر تسلیم نہیں کیا جاتا ایک نظام بنایا جائے جو براہ راست عنصر کے ایٹمی عدد سے نکالا جائے جس میں 0 اور 1-9 تک کے اعداد کے لیے اعدادی اساس کا استعمال کیا جائے۔ یہ جدول 3.4 میں دکھائے گئے ہیں۔ اساس (Root) اکٹھا کرکے ہندسوں کی ترتیب میں دیے گئے ہیں جو ایٹمی عدد کو پورا کرتی ہیں اور آخر میں ایم (IUM) کا اضافہ کیا گیا ہے 100 سے زیادہ ایٹمی عدد (Z) والے عناصر کے IUPAC نام جدول 3.5 میں دکھائے گئے ہیں۔

جدول 3.4 عناصر کے IUPAC تسمیہ کے لیے اظہار

مخفف (Abbreviation)	نام (Name)	ہندسہ (Digit)
n	nil	0
u	un	1
b	bi	2
t	tri	3
q	quad	4
p	pent	5
h	hex	6
s	sept	7
o	oct	8
e	enn	9

جدول 3.5 100 سے زیادہ ایٹمی عدد والے عناصر کا تسمیہ

IUPAC علامت (IUPAC Symbol)	IUPAC نام (IUPAC Official Name)	علامت (Symbol)	نام (Name)	ایٹمی عدد (Atomic Number)
Md	Mendelevium	Unu	Unnilunium	101
No	Nobelium	Unb	Unnibium	102
Lr	Lawrencium	Unt	Uniltrium	103
Rf	Rutherfordium	Unq	Unnilquadium	104
Db	Dubnium	Unp	Unnilpentium	105
Sg	Seaborgium	Unh	Unnilhexium	106
Bh	Bohrium	Uns	Unnilseptium	107
Hs	Hassnium	Uno	Unniloctium	108
Mt	Meitnerium	Une	Unnilennium	109
Ds	Darmstadtium	Uun	Unnnillium	110
Rg	Rontgenium*	Uuu	Unununnium	111
Cn	Copernicium	Uub	Ununbium	112
	*	Uut	Ununtrium	113
Fl	Flerovium	Uuq	Ununquadium	114
	*	Uup	Ununpentium	115
Lv	Livermorium	Uuh	Ununhexium	116
	*	Uns	Ununseptium	117
	*	Uuo	Ununoctium	118

* عارضی IUPAC نام جن کا اعلان ہونا ابھی باقی ہے۔

+ عناصر جن کی دریافت ہونا ابھی باقی ہے۔

اس طرح نئے عنصر کو پہلے ایک عارضی نام ملے گا جس کی علامت میں تین حروف ہوں گے۔ بعد میں ہر ملک سے IUPAC کے نمائندوں کے ووٹ کے ذریعہ اسے مستقل نام اور علامت دی جائے گی۔ مستقل نام میں ملک (یا ملک کی ریاست) کے نام اظہار ہوسکتا ہے جہاں اس کی دریافت ہوئی یا کسی نامور سائنسداں کے لیے خراج عقیدت ہوسکتا ہے۔ اب تک 118، ایٹمی عدد والے عناصر دریافت ہو چکے ہیں۔ IUPAC کی جانب سے 113, 115, 117 اور 118 ایٹمی عدد والے عناصر کے ناموں کا اعلان ہونا باقی ہیں۔

مسئلہ 3.1

اس عنصر کا IUPAC نام اور علامت کیا ہوگی جس کا ایٹمی عدد 120 ہے؟

حل:

جدول 3.4 سے 1، 2 اور 0 کے لیے روٹ بالترتیب un، bi اور nil ہیں۔ لہٰذا علامت اور نام بالترتیب Ubn اور (Unbinilium) ہوگا۔

3.5 عناصر کا الیکٹرانی تشکل اور دوری جدول (Electronic Configuration of Elements and the Periodic Table)

اس سے پہلے باب میں ہم یہ پڑھ چکے ہیں کہ ایٹم میں موجود الیکٹران کو چار کوانٹم اعداد کے سیٹ سے مخصوص کیا جاتا ہے، اور پرنسپل کوانٹم نمبر ('n') اصل توانائی سطح کو بیان کرتا ہے۔ جسے شیل کہتے ہیں۔ ہم یہ بھی پڑھ چکے ہیں کہ ایٹم میں الیکٹران مختلف ذیلی شیل جنھیں اربٹل (Orbital) (s، p، d، f) بھی کہتے ہیں، کو بھرنا شروع کرتے ہیں۔ اربٹل میں کسی ایٹم کے الیکٹرانوں کی تقسیم الیکٹرانی تشکل کہلاتی ہے۔ دوری جدول میں کسی عنصر کا مقام آخری بھرے ہوئے اربٹل کے کوانٹم نمبر کو ظاہر کرتا ہے۔ اس حصے میں ہم عناصر کے الیکٹرانی تشکل اور دوری جدول کی لمبی شکل کے درمیان براہ راست تعلق کا مطالعہ کریں گے۔

(a) ادوار میں الیکٹرانی تشکل (Electronic Configuration in Periods)

دور سب سے باہری یا گرفت خول کے لیے n کی قیمت کو ظاہر کرتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں دوری جدول میں بعد میں آنے والا ہر ایک دور اگلی پرنسپل توانائی سطح ($n = 1, n = 2$) کو بھرنے سے وابستہ ہے۔ یہ آسانی سے دیکھا جاسکتا ہے کہ ہر ایک دور میں عناصر کی تعداد بھری جانے والی توانائی کی سطح میں دستیاب اربٹل کی تعداد کے دوگنے کے برابر ہے۔ پہلا دور ($n = 1$) سب سے نچلی سطح ($1s$) کے بھرنے سے شروع ہوتا ہے لہٰذا اس میں دو عناصر ہائڈروجن ($1s^1$) اور ہیلیم ($1s^2$) ہوتے ہیں جب پہلا خول (K) مکمل ہو جاتا ہے دوسرا خول ($n = 2$) لیتھیم سے شروع ہوتا ہے اور تیسرا الیکٹران $2s$ اربٹل میں داخل ہوتا ہے۔ اگلے عنصر بیریلیم میں 4 الیکٹران ہیں اور الیکٹرانی تشکل ($1s^2 2s^2$) ہے۔ اگلے عنصر بورون سے شروع ہو کر $2p$ اربٹل بھرنے شروع ہوتے ہیں جب L خول نی آن پر مکمل ہوتا ہے ($2s^2 2p^6$)۔ لہٰذا دوسرے دور میں 8 عنصر ہوتے ہیں۔ تیسرا دور ($n = 3$) سوڈیم سے شروع ہوتا ہے اور آنے والا الیکٹران $3s$ اربٹل میں داخل ہوتا ہے۔ $3s$ اور $3p$ اربٹل کی بھرائی سوڈیم سے آرگن تک 8 عناصر کے تیسرے دور کو جنم دیتی ہے۔ چوتھا دور ($n = 4$) پوٹاشیم سے شروع ہوتا ہے اور اگلے الیکٹران $4s$ اربٹل بھر دیتے ہیں۔ اب آپ نوٹ کر سکتے ہیں کہ اس سے پہلے کہ $4p$ اربٹل بھرا جائے $3d$ اربٹل کا بھرنا توانائی کے موافق ہوتا ہے اور ہمارا واسطہ $3d$ **عبوری سلسلہ** کہلائے جانے والے عناصر سے ہوتا ہے۔ یہ اسکینڈیم ($Z = 21$) سے شروع ہوتا ہے جس کا الیکٹرانی تشکل ($3d^1 4s^2$) ہوتا ہے $3\text{-}d$ اربٹل زنک ($Z = 30$) پر بھر جاتے ہیں جس کا الیکٹرانی تشکل $3d^{10} 4s^2$ ہوتا ہے۔ چوتھا دور کرپٹان پر ختم ہوتا ہے جب $4p$ اربٹل بھر جاتے ہیں کل ملا کر چوتھے دور میں ہمارے پاس 18 عناصر ہوتے ہیں۔ پانچواں دور ($n = 5$) روبیڈیم سے شروع ہوتا ہے جو چوتھے دور کی طرح ہی ہوتا ہے جس میں $4\text{-}d$ عبوری سلسلہ ہوتا ہے جو ایٹریم ($Z = 39$) سے شروع ہوتا ہے۔ یہ دور $5p$ اربٹل کی بھرائی کے ساتھ زینان پر ختم ہوتا ہے۔ چھٹے دور ($n = 6$) میں 32 عناصر ہیں اور ایک کے بعد ایک الیکٹران بالترتیب $6s$، $5d$، $6p$ اربٹل میں داخل ہوتے ہیں۔ $4f$ اربٹل کی بھرائی سیریم ($Z = 58$) سے شروع ہوتی ہے اور لیوٹیٹیم ($Z = 71$) پر ختم ہوتی ہے جو ہمیں $4f$ **اندرونی عبوری سلسلہ** دیتی ہے جسے **لینتھنائڈ سلسلہ** کہتے ہیں۔ ساتواں دور ($n = 7$) چھٹے دور کی طرح ہی ہوتا ہے جس میں متواتر $7s$، $5f$، $6d$، اور $7p$، اربٹل کا بھراؤ ہوتا ہے اور اس میں زیادہ تر انسانوں کے بنائے ہوئے تابکار عناصر ہیں۔ یہ دور ایٹمی عدد 118 والے عنصر پر ختم ہوگا جس کا تعلق

نوبل گیس والے خاندان سے ہوگا۔ ایکٹینیم $(Z = 89)$ کے بعد $5f$ ارٹبل کا بھرنا 5 اندرونی عبوری سلسلہ دیتا ہے جو کہ ایکٹینائڈ سلسلہ کہلاتا ہے۔ دوری جدول میں $4f$ اور $5f$ اندرونی عبوری سلسلے کے عناصر کو جدول کی ساخت بنائے رکھنے اور ایک جیسی خاصیت رکھنے کے حامل عناصر کو ایک کالم میں رکھنے کے درجہ بندی کے اصول کو برقرار رکھنے کے لیے جدول میں علیحدہ رکھا گیا ہے۔

مسئلہ 3.2

دوری جدول کے پانچویں دور میں 18 عناصر کی موجودگی کو آپ کس طرح صحیح ثابت کریں گے؟

حل:

جب $n = 5$ ہے تو $l = 0, 2, 3$ ہوگا۔ وہ ترتیب جس میں دستیاب ارٹبل $4d$، $5s$ اور $5p$ کی توانائی بڑھتی ہے وہ $5s < 4d < 5p$ ہے۔ کل دستیاب ارٹبل کی تعداد 9 ہے۔ الیکٹرانوں کی زیادہ سے زیادہ تعداد جس کی گنجائش ہوسکتی ہے وہ 18 ہے:
لہٰذا 5 ویں دور میں 18 عناصر ہیں۔

(b) گروپ کے لحاظ سے الیکٹرانی تشکل
(Groupwise Electronic Configuration)

ایک ہی عمودی کالم یا گروپ میں سب سے باہری خول کا الیکٹرانی تشکل یکساں ہوگا، باہری ارٹبل میں الیکٹرانوں کی تعداد برابر ہوگی اور یکساں خصوصیات ہوں گی۔ مثال کے طور پر گروپ 1 کے سب عناصر (قلوی دھاتیں) میں ns^1 الیکٹرانی تشکل ہوگا جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے۔

لہٰذا یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ کسی عنصر کی خاصیتوں کا دوری انحصار اس کے ایٹمی عدد پر ہوتا ہے نہ کہ اس کی نسبتی ایٹمی کمیت پر۔

3.6 الیکٹرانی تشکل اور عناصر کی قسمیں s، p، d، f، بلاک
(Electronic Configurations and Types of Elements: s, p, d, f, Blocks)

آف باؤ (تعمیر کا) کا اصول اور ایٹموں کا الیکٹرانی تشکل دوری درجہ بندی کے لیے ایک نظریاتی بنیاد فراہم کرتا ہے۔ دوری جدول کی عمودی قطار میں عناصر ایک گروپ یا خاندان بناتے ہیں اور ایک جیسے کیمیائی طرز عمل کا اظہار کرتے ہیں۔ یہ یکسانیت اس وجہ سے ہے کہ ان کے سب سے باہری ارٹبل میں الیکٹرانوں کی تعداد اور تقسیم ایک جیسی ہے۔ عناصر کو ہم 4 بلاک میں درجہ بند کرتے ہیں۔ **s-بلاک p-بلاک d-بلاک** اور **f-بلاک** اس کا انحصار ایٹمی ارٹبل کی قسم پر ہوتا ہے جس میں الیکٹران بھرے جاتے ہیں۔ یہ شکل 3.3 میں دکھائی گئی ہیں۔ اس درجہ بندی میں ہم دو استثنیٰ دیکھتے ہیں۔ صحیح معنوں میں ہیلیم کا تعلق s- بلاک سے ہے لیکن اس کا مقام p- بلاک کے دوسرے گروپ 18 کے عناصر کے ساتھ ہونے کا جواز یہ ہے کہ یہ گرفت خول (Valance Shell) کو مکمل طور پر $(1s^2)$ بھر چکا ہے اور نتیجہ کے طور پر نوبل گیسوں کی خاصیتوں کا مظاہرہ کرتا ہے۔ دوسرا استثنیٰ ہائڈروجن ہے۔ اس کے پاس واحد s- الیکٹران ہے لہٰذا اسے گروپ I (قلوی دھاتوں) کے ساتھ رکھا جا سکتا ہے۔ یہ 1 الیکٹران حاصل کر کے نوبل گیس کا تشکل حاصل کر سکتی ہے اور اس طرح یہ گروپ 17 (ہیلوجن) کے عناصر کی طرح برتاؤ کر سکتی ہے۔ چونکہ یہ ایک خاص صورت حال ہے لہٰذا ہم اسے دوری جدول میں سب سے الگ اور سب سے اوپر رکھتے ہیں جیسا کہ شکل 3.2 اور 3.3 میں دکھایا گیا ہے ہم

ایٹمی عدد	علامت	الیکٹرانی تشکل
3	Li	$1s^2 2s^1$ یا $[He]2s^1$
11	Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ یا $[Ne]3s^1$
19	K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s2^3 p^6 4s^1$ یا $[Ar]4s^1$
37	Rb	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$ یا $[Kr]5s^1$
55	Cs	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$ یا $[Xe]6s^1$
87	Fr	$[Rn]7s^1$

دوری جدول میں نشاندہ چار قسم کے عناصر کی نمایاں کیفیت کے بارے میں مختصر طور پر بحث کریں گے ان عناصر کے بارے میں تفصیلی بحث بعد میں ہوگی۔ ان کی خصوصیات کے بیان میں کچھ اصطلاحات کا استعمال کیا گیا ہے جن کو سیکشن 3.7 میں درجہ بند کیا گیا ہے۔

3.6.1 s-بلاک عناصر (s-Block Elements)

گروپ I (قلوی دھاتیں) اور گروپ II (قلوی مٹی دھاتیں) کے عناصر جن کے سب سے باہری الیکٹرانی تشکل ns^1 اور ns^2 ہیں **s- بلاک عناصر** سے تعلق رکھتے ہیں یہ تمام تعاملی دھاتیں ہیں جن کی آیونائزیشن اینتھالپی (Iionization Enthalpies) کم ہوتی ہے۔ یہ سب سے باہر کا (کے) الیکٹران آسانی سے نکال دیتے ہیں اور 1+ (قلوی دھاتوں میں) اور 2+ (قلوی مٹی دھاتوں میں) آین بناتے ہیں گروپ میں ہم جیسے جیسے نیچے کی سمت چلتے ہیں تو دھاتی تعاملیت بڑھتی جاتی ہے۔ s- بلاک کے عناصر کے مرکبات سوائے لیتھیم اور بیریلیم کے زیادہ تر آینی ہوتے ہیں۔

3.6.2 p-بلاک عناصر (-p Block Element)

p-بلاک کے عناصر گروپ 13 سے لے کر 18 تک کے عناصر پر مشتمل ہے اور **s- بلاک عناصر** کے ساتھ مل کر **نمائندہ عناصر یا اصل گروپ عناصر** کہلاتے ہیں۔ ہر ایک دور میں بیرونی الیکٹرانی تشکل $ns^2 np^1$ سے $ns^2 np^6$ تک بدلتا ہے۔ ہر دور کا اختتام نوبل گیس عنصر پر ہوتا ہے جس کا مکمل خول $ns^2 np^5$ تشکل پر ختم ہوتا ہے۔ نوبل گیس کے گرفت خول کے تمام اربٹل مکمل طور پر الیکٹرانوں سے بھرے ہوئے ہوتے ہیں اور یہ بہت مشکل ہے کہ اس مستحکم نظام کو الیکٹرانوں کے اضافے یا اخراج سے تبدیل کیا جاسکے۔ اسی لیے نوبل گیسیں بہت کم درجے کے تعامل کا مظاہرہ کرتی ہیں۔ نوبل گیسوں کے گروپ سے پہلے غیر دھاتوں کے کیمیائی اعتبار سے اہم دو گروپ ہیں۔ یہ **ہیلوجن** گروپ (گروپ 17) اور **چالکوجین** (Chalcogens) گروپ (گروپ 16) ہیں۔ ان دونوں گروپوں کے عناصر بہت اونچے درجہ کی منفی الیکٹران گین اینتھالپی رکھتے ہیں اور مستحکم والی نوبل گیس کا تشکل اختیار کرنے کے لیے آسانی کے ساتھ ایک یا دو الیکٹرانوں کا اضافہ کر لیتے ہیں۔ ایک دور میں بائیں سے دائیں سمت چلنے پر غیر دھاتی خاصیت میں اضافہ ہوتا ہے اور گروپ میں اوپر سے نیچے کی سمت دھاتی خصوصیت میں اضافہ ہوتا ہے۔

3.6.3 d-بلاک عناصر (عبوری عناصر)
(The d-Block Elements:Transition Elements)

یہ دوری جدول کے درمیانی گروپ 3 سے گروپ 12 تک کے عناصر ہیں۔ ان کی خصوصیت یہ ہے کہ ان میں الیکٹران اندرونی d- اربٹل میں بھرے جاتے ہیں اسی لیے انہیں **d- بلاک عناصر** کہا جاتا ہے۔ ان عناصر کی باہری الیکٹرانی تشکل $(n-1)\,d^{1-10}ns^{0-2}$ ہوتی ہے۔ یہ تمام عناصر دھاتیں ہیں۔ یہ عام طور پر رنگین آین بناتے ہیں اور تغیر پذیر گرفت (تکسیدی حالت) متناطیس پسند خصوصیت کا اظہار کرتے ہیں اور اکثر وسیط (Catalyst) کے طور پر استعمال ہوتے ہیں۔ لیکن Zn، Ca اور Hg جن کا الیکٹرانی تشکل $(n-1)\,d^{10}ns^2$ ہوتا ہے وہ عبوری عناصر کی زیادہ تر خصوصیات کو نہیں دکھاتے ہیں۔ ایک طریقے سے عبوری دھاتیں s- بلاک کے کیمیائی متعامل عناصر اور گروپ 13 اور 14 کی کم متعامل دھاتوں کے درمیان ایک پل بناتی ہیں اسی لیے ان کا نام **"عبوری عناصر"** پڑ گیا۔

3.6.4 f-بلاک عناصر (اندرونی عبوری عناصر)
(The f- Block Elements (Inner-Transition Elements))

دوری جدول کے سب سے نیچے عناصر کی جو لینتھانائڈ Cs (Z = 58) سے Lu (Z = 71) تک اور ایکٹینائڈ Th (Z = 90) سے Lr (Z = 103) تک کہلاتی ہیں ان کا باہری الیکٹرانی تشکل $(n-2)f^{1-14}(n-1)d^{0-1}ns^2$ ہوتا ہے۔ ہر عنصر میں جڑنے والا آخری الیکٹران f- اربٹل کو بھرتا ہے۔ اسی لیے عناصر کے یہ دونوں سلسلے **اندرونی عبوری عناصر (f- بلاک عناصر)** کہلاتے ہیں۔ یہ سب دھاتیں ہیں۔ ہر سلسلے کے اندر عناصر کی خصوصیات تقریباً یکساں ہوتی ہیں۔ ایکٹینائڈ سلسلے کے ابتدائی عناصر کی خصوصیات لینتھینائڈ سلسلے کے ابتدائی عناصر کے مقابلے میں کافی پیچیدہ ہوتی ہیں جس کی وجہ یہ ہے کہ ایکٹینائڈ عناصر میں بڑی تعداد میں تکسیدی حالتیں ممکن ہیں۔ ایکٹینائڈ عناصر تابکار ہوتے ہیں۔ زیادہ تر ایکٹینائڈ عناصر نیوکلیائی تعاملات کے ذریعے صرف نینوگرام یا اس سے بھی کم مقدار میں تیار کیے جاتے ہیں نیز ان کا کیمیائی مطالعہ بھی ممکن طور پر نہیں کیا گیا۔ جو عناصر یورینیم کے بعد آتے ہیں وہ **ورائے یورینیم عناصر** (ٹرانس یورینیم عناصر) کہلاتے ہیں۔

s-بلاک

	1	2
1s		
2s	Li	Be
3s	Na	Mg
4s	K	Ca
5s	Rb	Sr
6s	Cs	Ba
7s	Fr	Ra

H

d-بلاک

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3d	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
4d	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
5d	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
6d	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn

p-بلاک

	13	14	15	16	17	18
						He
2p	B	C	N	O	F	Ne
3p	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4p	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5p	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6p	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7p	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuc

f-BLOCK

لینتھنائڈ 4f	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
ایکٹینائڈ 5f	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

شکل 3.3 دوری جدول میں عناصر کی قسمیں جن کی بنیاد اربٹل کے بھرے جانے سے متعلق ہے۔ عناصر کی وسیع تقسیم دھاتوں ( ) غیر دھاتوں ( ) اور دھتونوں ( ) کے ذریعے دکھائی گئی ہیں۔

مسئلہ 3.3

عناصر Z = 117 اور Z - 120 ابھی دریافت نہیں ہوئے ہیں۔ آپ انہیں کس گروپ میں رکھیں گے نیز ان میں سے ہر ایک کی الیکٹرانی تشکل بھی لکھیے۔

حل:

شکل 3.2 سے ہم دیکھتے ہیں کہ Z = 117 ہیلوجن خاندان (گروپ 17) سے تعلق رکھے گا۔ اس کا الیکٹرانی تشکل $[Rn]\ 5f^{14}6d^{10}7s^2 7p^5$ ہوگا۔ عنصر Z = 120 گروپ 2 (قلوی مٹی دھاتوں) میں رکھا جائے گا۔ اور اس کا الیکٹرانی تشکل $[Uuo]\ 8s^2$ ہوگا۔

3.6.5 دھات، غیر دھات اور دھتونت
(Metals, Non-metals and Metalloids)

عناصر کی **s**-، **p**-، **d**- اور **f**- بلاک میں درجہ بندی کے علاوہ شکل 3.3 ان ہی پر منحصر ایک اور وسیع درجہ بندی کو ظاہر کرتی ہے۔ ان عناصر کو **دھات** (Metals) اور **غیر دھات** (Non Metals) میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔ دھاتیں تمام معلوم عناصر کا 78% حصہ بناتی ہیں اور **دوری جدول** میں بائیں سمت لکھی جاتی ہیں۔ دھاتیں عام طور پر کمرہ کے درجہ حرارت پر ٹھوس ہوتی ہیں پارہ ایک استثنیٰ ہے: گیلیم اور سیزیم کا درجہ حرارت بھی بہت کم ہوتا ہے۔ (بالترتیب 303K اور 302K)۔ دھاتوں کا نقطہ جوش اور نقطہ گداخت عام طور پر زیادہ ہوتا ہے۔ یہ حرارت اور برق کے اچھے موصل ہوتے ہیں۔ یہ ورق پذیر (کوٹ کر چادر بنائی جاسکتی ہے) اور تار پذیر (کھینچ کر تار بنائے جاسکتے)۔ ہوتے ہیں۔ ان کے مقابلے میں غیر دھاتیں دوری جدول میں اوپر دائیں سمت ہوتی ہیں جن کے نقطہ گداخت اور نقطہ جوش کم ہوتے ہیں (بورون اور کاربن استثنیٰ ہیں۔ یہ حرارت اور برق کی خراب موصل ہوتی ہیں۔ زیادہ تر غیر دھات بھربھرے ٹھوس ہوتے ہیں اور یہ نہ تو ورق پذیر ہوتے ہیں اور نہ ہی تار پذیر۔ جیسے جیسے ہم کسی گروپ میں نیچے کی سمت جاتے ہیں یہ زیادہ دھاتی ہوتے جاتے ہیں اور جیسے جیسے ہم دوری جدول میں بائیں سے دائیں سمت جاتے ہیں غیر دھاتی خصوصیت میں اضافہ ہوتا جاتا ہے۔ دھات سے غیر دھات میں یہ تبدیلی اچانک ہی نہیں ہوتی جیسا کہ شکل 3.3 میں ایک موٹی ترچھی لکیر سے دکھایا گیا ہے۔ وہ عناصر (مثال کے طور پر سلیکان جرمینیم آرسنیک اینٹی منی اور ٹیلوریم) جو اس لائن کے کنارے ہیں اور دوری جدول میں وتر کی شکل میں دکھائی دے رہے ہیں ایسی خصوصیات دکھاتے ہیں جن کا اظہار دھات اور غیر دھات دونوں کرتے ہیں۔ ایسے عناصر کو **نیم دھات یا دھتونت** (Metalloids) کہتے ہیں۔

مسئلہ 3.4

مندرجہ ذیل عناصر کے ایٹمی عدد اور دوری جدول میں مقام کو دیکھتے ہوئے ان کی دھاتی خصوصیت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں رکھیے۔

Si، Be، Mg، Na، P۔

حل:

جب گروپ میں اوپر سے نیچے کی سمت آتے ہیں تو دھاتی خصوصیت میں اضافہ ہوتا ہے اور جب بائیں سے دائیں طرف جاتے ہیں تو دھاتی خصوصیت میں کمی آتی ہے۔ لہٰذا دھاتی خصوصیت کی بڑھتی ہوئی ترتیب کا نظم اس طرح ہے۔ P < Si < Be < Mg < Na

3.7 عناصر کی خصوصیات میں دوری رجحان
(Periodic Trends in Properties of Elements)

جب دوری جدول کے گروپ میں اوپر سے نیچے اور دور کے آر پار جاتے ہیں تو عناصر کی طبعی اور کیمیائی خصوصیات میں باقاعدہ نظم دیکھا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر ایک دور میں گروپ 1 میں دھاتوں میں تعاملیت بہت زیادہ ہوتی ہے درمیانی دھاتوں میں کم ہو جاتی ہے اور گروپ 17 کی غیر دھاتوں میں بڑھتی ہوئی سب سے زیادہ ہوجاتی ہے۔ اسی طرح نمائندہ دھاتوں (مثلاً قلوی دھاتوں) کے ایک ہی گروپ میں اوپر سے نیچے کی سمت جاتے ہوئے تعاملیت بڑھتی ہے جبکہ غیر دھاتوں (مثلاً ہیلوجن) کے گروپ میں اوپر سے نیچے کی سمت تعاملیت گھٹتی ہے۔ لیکن عناصر کی خاصیتیں اس رجحان پر کیوں چلتی ہیں؟ اس سوال کا جواب دینے کے لیے ہمیں ایٹمی ساخت کے نظریات اور ایٹم کی خصوصیات کا مطالعہ کرنا ہوگا اس حصہ میں ہم چند طبعی اور کیمیائی خواص کے دوری رجحان پر بحث کریں گے انہیں الیکٹران کی تعداد اور توانائی کی سطح کی اصطلاحات میں واضح کرنے کی کوشش کریں گے۔

3.7.1 طبعی خصوصیات میں رجحان
(Trends in Physical Properties)

عناصر کی متعدد طبعی خصوصیات ہوتی ہیں۔ جیسے نقطہ گداخت اور نقطہ جوش، گداخت اور تبخیر کی حرارت، ایٹمی تحلیل کی توانائی وغیرہ جو دوری تبدیلیاں دکھاتی ہیں۔ بحرحال ہم ایٹمی اور آینی نصف قطر، آیونائزیشن اینتھالپی، الیکٹران گین اینتھالپی اور برقی منفیت کے حوالے سے دوری رجحان پر بحث کریں گے۔

(a) ایٹمی نصف قطر (Atomic Radius)

آپ بہت اچھی طرح تصور کر سکتے ہیں کہ ایک گیند کے نصف قطر کی پیائش کے مقابلے میں ایک ایٹم کا نصف قطر معلوم کرنا بہت زیادہ پیچیدہ عمل ہے۔ آپ جانتے ہیں کیوں؟ پہلے تو یہ کہ ایٹم کا سائز (~1.2A° یعنی 1.2×10^{-10}m کا نصف قطر) بہت چھوٹا ہوتا ہے دوسرے یہ کہ الیکٹران کا بادل جو ایٹم کو گھیرے رہتا ہے اس کی حدود واضح نہیں ہوتیں۔ لہٰذا ایٹم کا سائز پوری درستگی سے نہیں معلوم کیا جاسکتا۔ دوسرے الفاظ میں ایسا کوئی عملی طریقہ نہیں ہے جس سے کہ کسی منفرد ایٹم کا سائز معلوم کیا جاسکے۔ تاہم متحدہ حالت میں ایٹموں کے درمیان کا فاصلہ معلوم ہونے سے ایٹمی سائز کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔ کسی غیر دھاتی عنصر کے ایٹم کے سائز کا اندازہ کرنے کا ایک عملی طریقہ یہ ہے کہ شریک گرفت سالمے میں جب وہ اکہری بندش سے جڑے ہوں، دو ایٹموں کے درمیان کا فاصلہ ناپا جائے اور پھر اس سے عنصر کا **شریک گرفت نصف قطر** (Covalent Radius) معلوم کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر کلورین سالمے (Cl_2) میں **بندشی فاصلہ** 198 پیکو میٹر (pm) ہے اور اس فاصلے کے نصف (99pm) کو کلورین کا نصف قطر مانا جاتا ہے۔ دھاتوں کے لیے ہم اس اصطلاح کو **دھاتی نصف قطر** فاصلہ کہتے ہیں اس کو ہم دھاتی کرسٹل میں دھات کے آینوں کو الگ کرنے والی بین نیوکلیائی فاصلہ (Inter Nuclear Distance) کا نصف لیتے ہیں۔ مثال کے طور پر ٹھوس تانبے کے متصل ایٹموں کے درمیان کا فاصلہ 256 پیکومیٹر ہے اس لیے تانبہ کے ایٹم کے دھاتی نصف قطر کی قدر 128 پیکومیٹر لی گئی ہے۔ آسانی کے لیے ہم اس کتاب میں گرفت یا دھاتی نصف قطر دونوں کے لیے **ایٹمی نصف قطر** (Atomic Radius) کی اصطلاح استعمال کریں گے، اس پر انحصار کرتے ہوئے کہ عنصر غیر دھات ہے یا دھات۔ ایٹمی نصف قطر X۔شعاعوں یا دوسرے اسپیکٹر واسکوپ طریقوں سے ناپے جاتے ہیں جدول 3.6 میں کچھ عناصر کے نصف قطر دیئے گئے ہیں۔ دور رجحانات

جدول 3.6(a) ایٹمی نصف قطر/ پیکومیٹر دور کے آر پار

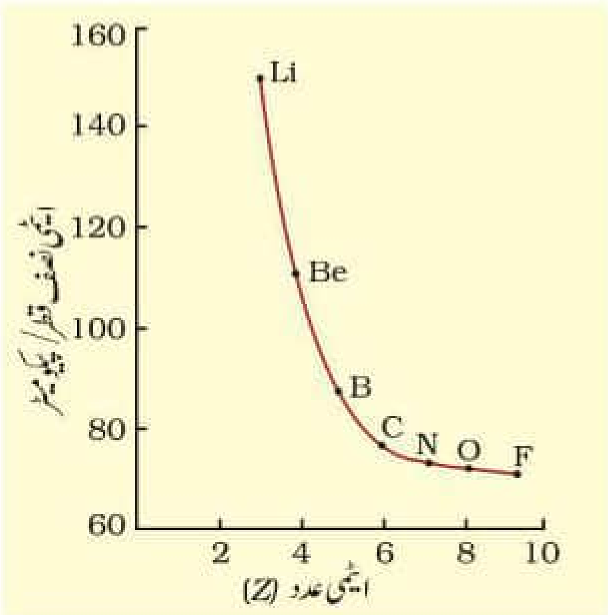
ایٹم (دور II)	Li	Be	B	C	N	O	F
ایٹمی نصف قطر	152	111	88	77	70	74	72
ایٹم (دور III)	Na	Mg	Al	Si	O	S	Cl
ایٹمی نصف قطر	186	160	143	117	110	104	99

جدول 3.6(b) ایٹمی نصف قطر/ پیکومیٹر گروپ میں نیچے کی سمت

ایٹمی نصف قطر	ایٹم (گروپ 17)	ایٹمی نصف قطر	ایٹم (گروپ I)
Li	152	F	72
Na	186	Cl	99
K	231	Br	114
Rb	244	I	133
Cs	262	At	140

جدول 3.6 میں کچھ عناصر کے نصف قطر دیئے گئے ہیں۔ دور رجحانات بہت واضح ہیں ان رجحانات کو ہم نیوکلیائی چارج اور انرجی لیول کی اصطلاحات کے حوالے سے واضح کر سکتے ہیں۔ ایٹمی سائز عام طور پر ایک دور میں بائیں سے دائیں گھٹتا ہے جیسا کہ شکل (a) 3.4 میں دوسرے دور کے عناصر کے لیے دکھایا گیا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ایک دور میں باہری الیکٹران ایک ہی گرفت خول میں ہوتے ہیں اور جیسے جیسے ایٹمی عدد بڑھتا ہے ویسے ویسے موثر نیوکلیائی چارج بڑھتا ہے جس کے سبب الیکٹران اور نیوکلیس کے درمیان کشش بڑھتی ہے۔ دوری جدول کے ایک ہی خاندان یا عمودی کالم میں ایٹمی عدد کے ساتھ ایٹمی نصف قطر بتدریج بڑھتا ہے جیسا کہ شکل (b) 3.4 میں دکھایا گیا ہے۔ قلوی دھاتوں اور ہیلوجن کے لیے جیسے جیسے ہم گروپ میں نیچے کی سمت چلتے ہیں پرنسپل کوانٹم نمبر (n) بڑھتا ہے اور گرفت الیکٹران نیوکلیس سے دور ہو جاتے ہیں۔ یہ اس وجہ سے ہوتا ہے کہ اندرونی انرجی لیول الیکٹران سے بھر جاتی ہیں جو باہری الیکٹران کو نیوکلیس کی کشش سے بچاتی ہیں۔ نتیجہ کے طور پر ایٹم کا سائز بڑھتا ہے جیسا کہ ایٹمی نصف قطر سے ظاہر ہے۔

نوٹ کیجیے کہ یہاں نوبل گیسوں کے ایٹمی نصف قطر پر غور نہیں کیا گیا ہے۔ یک ایٹمی ہونے کی وجہ سے ان کی (غیر بندشی نصف قطر) قدریں بہت زیادہ ہوتی ہیں۔ دراصل نوبل گیسوں کے نصف قطر کا موازنہ دیگر عناصر کے شریک گرفت نصف قطر سے نہیں بلکہ وانڈر وال نصف قطر سے کرنا چاہیے۔

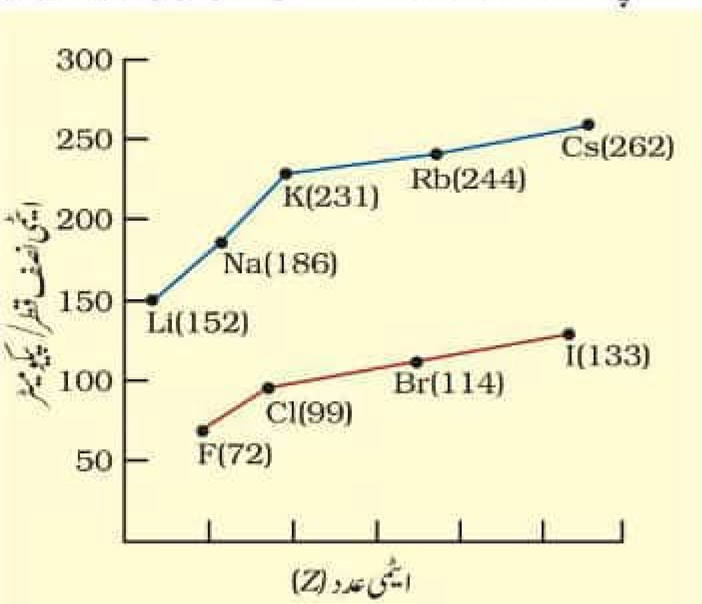


شکل 3.4(a) دوسرے دور کے آر پار ایٹمی عدد کے ساتھ ایٹمی نصف قطر میں تغیر۔

(b) آینی نصف قطر (Ionic Radius)

کسی ایٹم میں سے ایک الیکٹران نکالنے سے ایک کیٹ آین بنتا ہے جبکہ ایک الیکٹران کے داخل ہونے سے این آین بنتا ہے۔ کسی آینی قلم میں مثبت اور منفی آینوں کے درمیان فاصلے کی پیائش کر کے آینی نصف قطر معلوم کیا جا سکتا ہے۔ عام طور پر عناصر کے آینی نصف قطر اسی رجحان کا مظاہرہ کرتے ہیں جن کا مظاہرہ ایٹمی نصف قطر کرتے ہیں۔ ایک مثبت آین اپنے متعلقہ ایٹم سے جسامت میں کم ہوتا ہے کیونکہ اس میں الیکٹرانوں کی تعداد میں کمی ہو جاتی ہے جبکہ مرکز میں نیوکلیائی چارج یکساں رہتا ہے۔ منفی آین کا سائز اپنے متعلقہ ایٹم سے جسامت میں نسبتاً بڑا ہوتا ہے کیونکہ اس میں ایک اور الیکٹران کا اضافہ ہوتا ہے جس سے الیکٹرانوں کے درمیان دفع (Repulsion) بڑھ جاتا ہے اور مؤثر نیوکلیائی چارج گھٹ جاتا ہے مثال کے طور پر فلورائڈ آئن (F^-) کا آینی نصف قطر 136 پیکومیٹر ہوتا ہے جبکہ فلورین کا ایٹمی نصف قطر صرف 72 پیکومیٹر ہی ہوتا ہے۔ دوسری طرف سوڈیم کا ایٹمی نصف قطر 186 پیکومیٹر ہوتا ہے اس کے مقابلے میں (Na^+) کا آینی نصف قطر 95 پیکومیٹر ہوتا ہے۔

جب ہمیں کچھ ایسے ایٹم اور آین ملتے ہیں جن کے الیکٹرانوں کی تعداد برابر ہوتی ہے تو ہم انہیں **آئیسو الیکٹرانک انواع** کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر O^{2-}، F^-، Na^+ اور Mg^{2+} میں الیکٹرانوں کی تعداد برابر (10)



شکل 3.4(b) قلوی دھاتوں اور ہیلوجنوں کے لیے ایٹمی عدد کے ساتھ ایٹمی نصف قطر میں تغیر۔

فٹ نوٹ: آئیسو الیکٹرانک انواع: دو یا دو سے زیادہ انواع جن میں عناصر کی نوعیت خواہ کچھ بھی ہو لیکن ایٹموں اور گرفت الیکٹرانوں کی تعداد مساوی ہو اور ساخت بھی ایک سی ہو۔

ہوتی ہے ان کے نصف قطر مختلف ہوں گے کیونکہ ان کے چارج مختلف ہیں۔ مثبت آین میں زیادہ مثبت چارج ہونے کی وجہ سے نصف قطر نسبتاً چھوٹا ہوگا کیونکہ نیوکلیس کی سمت الیکٹرانوں کی کشش مقابلتاً زیادہ ہوگی۔ منفی آین کا نصف قطر زیادہ ہوگا کیونکہ اس میں زیادہ چارج ہے۔ اس صورت میں الیکٹرانوں کی مؤثر قوت دافعہ نیوکلیر چارج کو بے اثر کردے گی اور ایٹم کا سائز بڑھ جائے گا۔

مسئلہ 3.5

مندرجہ ذیل انواع میں سے کس کا سائز سب سے بڑا اور کس کا سب سے چھوٹا ہوگا؟ Mg، Mg^{2+}، Al، Al^{3+} ۔

حل:

ایک دور کے آر پار ایٹمی نصف قطر گھٹتے ہیں۔ کیٹ آین اپنے متعلقہ ایٹم سے چھوٹے ہوتے ہیں۔ آئسو الیکٹرانی آینوں میں جس کا مثبت نیوکلیائی چارج زیادہ ہوگا اس کا نصف قطر چھوٹا ہوگا۔ لہٰذا سب سے بڑی نوع Mg ہے اور سب سے چھوٹی Al^{3+} کی ہوگی۔

(c) آیونائزیشن اینتھالپی (Ionization Enthalpy)

کسی عنصر کے الیکٹران کو خارج کرنے کے رجحان کی مقداری پیمائش اس آینو نائزیشن اینتھالپی (Ionization Enthalpy) سے دی جاتی ہے۔ یہ کسی تنہا گیسی ایٹم (X) سے اس کی گراؤنڈ اسٹیٹ سے ایک الیکٹران ہٹانے کی مطلوب توانائی کا اظہار ہے۔ دوسرے الفاظ میں ایک عنصر (X) کے لیے پہلی آیونائزیشن اینتھالپی، مساوات 3.1 میں دکھائے گئے تعامل کے لیے مطلوب توانائی تبدیلی ($\Delta_i H$) ہے۔

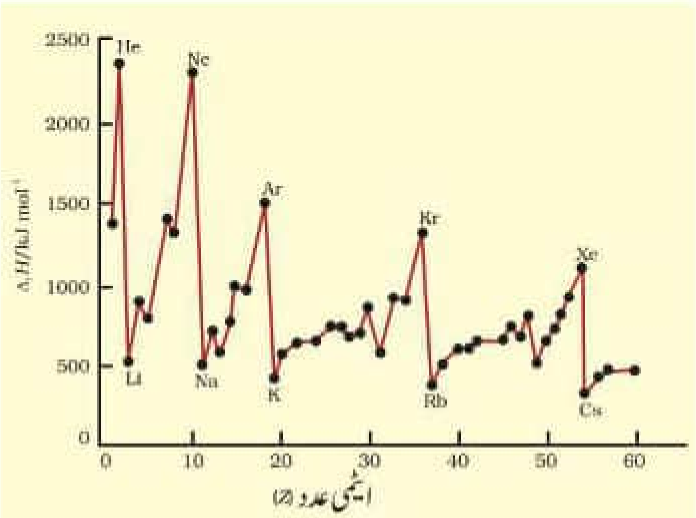
$$X(g) \rightarrow X^{+}(g) + e^{-} \quad (3.1)$$

آیونائزیشن اینتھالپی کلوجول فی مول ($kJ\ mol^{-1}$) اکائی میں ظاہر کی جاتی ہے۔ ہم دوسری آیونائزیشن اینتھالپی کی تعریف بہت ڈھیلے ڈھالے بندھے ہوئے دوسرے الیکٹران کو ہٹانے کے لیے درکار توانائی کے طور پر کرسکتے ہیں۔ یہ توانائی مساوات 3.2 میں دکھائے گئے کیمیائی تعامل کے واقع ہونے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

$$X^{+}(g) \rightarrow X^{2+}(g) + e^{-} \quad (3.2)$$

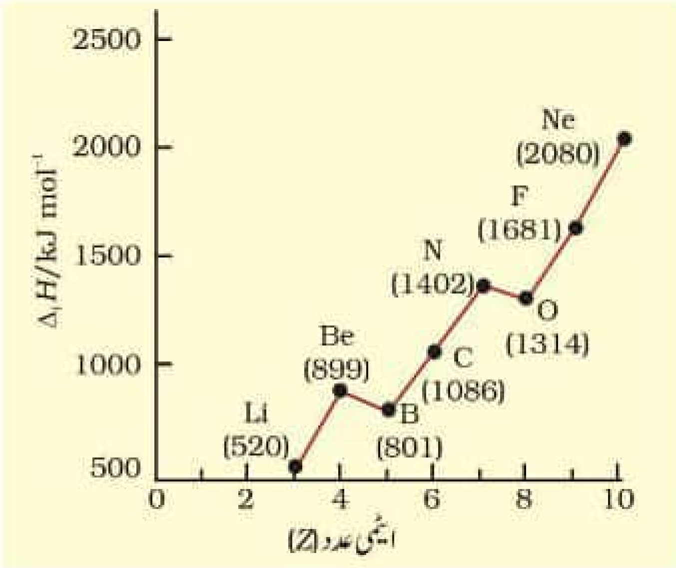
کسی ایٹم سے الیکٹران نکالنے کے لیے ہمیشہ ہی توانائی درکار ہوتی ہے لہٰذا آیونائزیشن اینتھالپی ہمیشہ مثبت ہوتی ہیں۔ دوسری آیونائزیشن اینتھالپی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی سے زیادہ ہوگی کیونکہ مثبت چارج شدہ آین سے الیکٹران نکالنا ایک تعدیلی ایٹم سے ایک الیکٹران نکالنے کی بہ نسبت زیادہ مشکل ہوتا ہے اسی طرح تیسری آیونائزیشن اینتھالپی دوسرے کے مقابلے میں زیادہ ہوگی اور اسی طرح آگے یہ سلسلہ چلے گا۔ اگر آیونائزیشن اینتھالپی کی نوعیت نہیں دی گئی ہے۔ (یعنی پہلی دوسری یا تیسری) تو اس سے مراد پہلی آیونائزیشن اینتھالپی ہی ہوتی ہے۔

شکل 3.5 میں 60 تک ایٹمی اعداد والے عناصر کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی کا گراف کھینچا گیا ہے۔ گراف کی دوریت قابل توجہ ہے۔ آپ اعظم (Maxima) نوبل گیسوں پر دیکھیں گے جن کے الیکٹران شیل بند ہیں اور جن کے الیکٹرانی تشکلات بہت مستحکم ہیں۔ دوسری طرف اقل (Minima) قلوی دھاتوں پر واقع ہوتے ہیں اور جن کی کم آیونائزیشن اینتھالپی کو ان

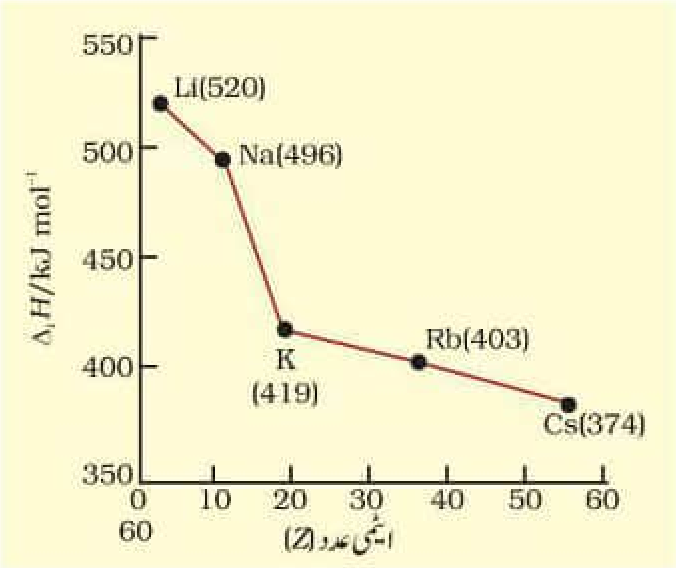


شکل 3.5 عناصر Z = 1 سے 60 کے ایٹمی اعداد کے ساتھ پہلی آیونائزیشن اینتھالپی کا تغیر

کی اعلیٰ تعاملیت سے مربوط کرسکتے ہیں۔ اس کے علاوہ آپ دور رجحان اور دیکھیں گے کہ پہلی آیونائزیشن اینتھالپی عام طور پر اس وقت بڑھتی ہے جب ہم دور میں بائیں سے دائیں سمت حرکت کرتے ہیں اور گھٹتی ہے جب ہم کسی گروپ میں اوپر سے نیچے کی سمت حرکت کرتے ہیں۔ یہ رجحان شکل 3.6(a) اور 3.6(b) میں دوری جدول کے دوسرے دور اور پہلے گروپ کے عناصر کے لیے دکھایا گیا ہے۔ آپ اس بات کو سراہیں گے کہ آیونائزیشن اینتھالپی اور ایٹمی نصف قطر ایسی خصوصیات ہیں جن کا ایک



شکل 3.6(a) : دوسرے دور کے عناصر کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی $(\Delta_i H)$ ایٹمی عدد (Z) کے تفاعل کے طور پر۔



شکل 3.6 (b) : قلوی دھاتوں کی $(\Delta_i H)$ ایٹمی عدد (Z) کے تفاعل کے طور پر۔

دوسرے سے نزدیکی رشتہ ہے۔ ان رجحانات کو سمجھنے کے لیے ہمیں دو باتوں کا خیال رکھنا ہوگا: (i) الیکٹرانوں کی نیوکلیس کی سمت کشش (ii) الیکٹرانوں کے درمیان ہٹاؤ (دفع) کی قوت۔ کسی ایٹم میں گرفت الیکٹران جس مؤثر نیوکلیائی چارج کو محسوس کرے گا وہ نیوکلیس پر اصل چارج سے کم ہوگا کیوں کہ نیوکلیس اور اس کے درمیان آنے والے خاص الیکٹران 'ڈھال' یا 'حجاب' کا کام کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر لیتھیم کے 2s الیکٹران اور نیوکلیس کے درمیان 1s الیکٹران ڈھال بنے ہوئے ہیں۔ نتیجے کے طور پر گرفت الیکٹران نیٹ مثبت چارج محسوس کرے گا۔ جو کہ اصل چارج 3+ سے کم ہوگا۔ عام طور پر جب اندرونی خول کے اربٹل مکمل طور پر بھرے ہوئے ہوتے ہیں تو شیلڈنگ مؤثر ہوتی ہے۔ یہ صورت حال قلوی دھاتوں کے ساتھ ہوتی ہے جس کے پاس ایک تنہا ns الیکٹران ہوتا ہے جس سے پہلے نوبل گیس الیکٹرانی تشکل ہوتا ہے۔

جب ہم دوسرے دور میں لیتھیم سے فلورین کی سمت چلتے ہیں تو ایک ہی پرنسپل کوانٹم سطح میں اربٹل میں ایک کے بعد ایک الیکٹران کا اضافہ ہوتا ہے اور نیوکلیائی چارج کے گرد اندرونی الیکٹرانوں کا حصہ اتنی ڈھال نہیں بنتا کہ نیوکلیس کی سمت الیکٹرانوں کی بڑھتی ہوئی کشش کا مقابلہ کر سکے۔ لہٰذا کسی دور کے آر پار بڑھتا ہوا نیوکلیائی چارج ڈھال کو بے اثر کر دیتا ہے۔ نتیجے کے طور پر سب سے باہری الیکٹران زیادہ سے زیادہ مضبوطی سے روکے ہوئے ہوتے ہیں اور دور کے آر پار آئنونائزیشن اینتھالپی بڑھتی ہے۔ جیسے جیسے ہم گروپ میں اوپر سے نیچے کی سمت جاتے ہیں سب سے باہر کے الیکٹران نیوکلیس سے لگاتار دور ہوتے جاتے ہیں اور اندرونی سطح کے الیکٹرانوں سے نیوکلیائی چارج کی ڈھال بڑھتی چلی جاتی ہے۔ اس صورت میں ڈھال میں بڑھوتری بڑھتے ہوئے نیوکلیائی چارج کو بے اثر کر دیتی ہے اور باہری الیکٹران کو ہٹانے میں گروپ میں نیچے کی سمت کم توانائی درکار ہوتی ہے۔

شکل 3.6(a) سے آپ یہ بات نوٹ کریں گے کہ بورون (Z = 5) کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی، بیریلیم (Z = 4) کی آیونائزیشن اینتھالپی سے معمولی سی کم ہے جبکہ پہلے والے کا نیوکلیائی چارج زیادہ ہے۔ جب ہم ایک ہی پرنسپل کوانٹم لیول کو لیں تو ایک s-الیکٹران ایک p-الیکٹران کے مقابلے میں نیوکلیس کی طرف زیادہ قوت سے کھنچتا ہے۔ بیریلیم میں آیونائزیشن کے دوران جو الیکٹران ہٹایا جاتا ہے وہ s-الیکٹران ہے جبکہ بورون میں آیونائزیشن کے دوران ہٹایا جانے والا الیکٹران p-الیکٹران ہے۔ نیوکلیس میں 2s-الیکٹران کا نفوذ 2p-الیکٹران کے مقابلے میں زیادہ ہوتا ہے لہٰذا بیریلیم کے 2s-الیکٹران کے مقابلے میں بورون کے 2p-الیکٹران نیوکلیس کے اثر سے اندرونی الیکٹرانوں کے سبب زیادہ بچاؤ میں ہے۔ اس لیے بیریلیم کے 2s-الیکٹران کو ہٹانے کے مقابلے میں بورون کا 2p-الیکٹران ہٹانا زیادہ آسان ہے۔ لہٰذا بورون کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی بیریلیم کے مقابلے میں کم ہے۔ ایک دوسرا تضاد نائٹروجن کے مقابلے آکسیجن کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی کا کم ہونا ہے۔ یہ تضاد اس لیے پیدا ہوتا ہے کہ نائٹروجن کے ایٹم میں تین 2p-الیکٹران الگ الگ اربٹل میں ہیں (ہنڈ کے ضابطہ کے مطابق) جبکہ آکسیجن ایٹم

میں 4،2p-الیکٹرانوں میں سے 2 کو ایک ہی 2p- میں رہنا ہے اس کے نتیجہ میں الیکٹران دفع بڑھتا ہے۔ نتیجہ کے طور پر آکسیجن سے 2p-الیکٹران ہٹانا نائٹروجن کے تین 2p-الیکٹرانوں میں سے ایک الیکٹران ہٹانے کے مقابلے میں زیادہ آسان ہوتا ہے۔

مسئلہ 3.6

تیسرے دور کے عناصر Na، Mg اور Si کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی بالترتیب 496، 737 اور 786 کلو جول فی مول ہے۔ اندازہ لگائیے کہ ایلومینیم (Al) کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی $(\Delta_i H)$ کس کے زیادہ قریب ہوگی 575 یا 760 کلو جول فی مول؟ اپنے جواب کے لیے جواز پیش کیجیے۔

حل:

یہ 575 کلو جول فی مول کے زیادہ قریب ہوگی۔ ایلومینیم کے لیے قیمت Mg سے کم ہونی چاہیے کیونکہ 3s-الیکٹران کے ذریعے نیوکلیس سے 3p-الیکٹرانوں کی ڈھال مؤثر ہے۔

(d) الیکٹران گین اینتھالپی (Electron Gain Enthalpy)

جب کسی تعدیل شدہ گیسی ایٹم (X) کو منفی آین میں تبدیل کرنے کے لیے ایک الیکٹران دیا جاتا ہے تو اس عمل سے وابستہ اینتھالپی کی تبدیلی کو **الیکٹران گین اینتھالپی** $(\Delta_{eg}H)$ کہتے ہیں الیکٹران گین اینتھالپی اس آسانی کی پیمائش فراہم کرتی ہے جس سے ایک ایٹم ایک الیکٹران حاصل کر کے ایک این آین بناتا ہے جیسے کہ نیچے مساوات میں دکھایا گیا ہے۔

$$X(g) + e^- \rightarrow X^-(g), \ \Delta H = \Delta_{eg}H \quad (3.3)$$

ایٹم کے ذریعے ایک الیکٹران کے حصول کا عمل حرارت زا (Exothermic) ہوگا یا حرارت خور (Endothermic)۔ اس کا انحصار اس عنصر پر ہوتا ہے جس میں الیکٹران داخل ہو رہا ہے۔ بعض عناصر میں ایٹم میں الیکٹران کا اضافہ ہونے پر توانائی خارج ہوتی ہے اور الیکٹران گین اینتھالپی منفی ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر گروپ 17 کے عناصر (ہیلوجن) کی الیکٹران گین اینتھالپی بہت زیادہ منفی ہوتی ہیں کیونکہ وہ ایک الیکٹران حاصل کر کے نوبل گیس کا الیکٹرانی تشکل اختیار کر لیتے ہیں۔ دوسری طرف نوبل گیسوں کی الیکٹران گین اینتھالپی بہت زیادہ مثبت ہوتی ہیں کیونکہ الیکٹران اگلے پرنسپل کوانٹم سطح میں داخل ہوتا ہے جو ایک نہایت غیر مستحکم الیکٹرانی تشکل بناتا ہے۔ یہ نوٹ کیا جاسکتا ہے کہ دوری جدول کے دائیں جانب اوپر کی طرف نوبل گیسوں سے پہلے الیکٹران گین اینتھالپی کی قیمت بہت زیادہ منفی ہوتی ہے۔

آیونائزیشن اینتھالپی کے مقابلے میں الیکٹران گین اینتھالپی کی تبدیلی میں کم باقاعدگی ہے۔ عموماً ایک دور میں ایٹمی عدد بڑھنے سے الیکٹران گین اینتھالپی زیادہ منفی ہوتی ہے۔ جب ہم دور میں بائیں سے دائیں کی سمت حرکت کرتے ہیں تو مؤثر مرکزی چارج بڑھتا ہے اور نتیجہ کے طور پر ایک چھوٹے ایٹم میں الیکٹران کا داخلہ آسان ہو جاتا ہے کیونکہ

جدول 3.7: اصل گروپ کے کچھ عناصر کی الیکٹران گین اینتھالپی* $kJ\ mol^{-1}$

Group 1	$\Delta_{eg}H$	Group 16	$\Delta_{eg}H$	Group 17	$\Delta_{eg}H$	Group 0	$\Delta_{eg}H$
H	– 73					He	+ 48
Li	– 60	O	– 141	F	– 328	Ne	+ 116
Na	– 53	S	– 200	Cl	– 349	Ar	+ 96
K	– 48	Se	– 195	Br	– 325	Kr	+ 96
Rb	– 47	Te	– 190	I	– 295	Xe	+ 77
Cs	– 46	Po	– 174	At	– 270	Rn	+ 68

* بہت سی کتابوں میں مساوات 3.3 میں دکھائے گئے عمل کی اینتھالپی تبدیلی کی نفی کو زیر غور ایٹم کی الیکٹران افینٹی (A_e) کے طور پر متعارف کیا گیا ہے اگر ایٹم میں الیکٹران کے اضافے پر توانائی خارج ہوتی ہے تو الیکٹران افینٹی مثبت لی جاتی ہے جو کہ تھرموڈائنمک کنونشن کے خلاف ہے۔ اگر ایک ایٹم میں ایک الیکٹران کے اضافے پر توانائی درکار ہوتی ہے تو الیکٹران افینٹی کی علامت منفی لی جاتی ہے تاہم الیکٹران افینٹی کی تعریف مطلق صفر کے طور پر کی جاتی ہے اور اس لیے کسی اور درجہ حرارت پر متعاملات اور ماحصلات کی حرارتی گنجائش $\Delta_{eg}H = -A_e - 5/2RT$. میں شمار کی جاتی ہیں۔

اضافی الیکٹران اوسطاً مثبت چارج مرکزے کے زیادہ قریب ہوگا۔ جب ہم ایک گروپ میں نیچے کی طرف جاتے ہیں تو ہمیں الیکٹران گیس اینتھالپی کے کم منفی ہونے کی امید رکھنی چاہیے کیونکہ ایٹم کا سائز بڑا ہوتا جاتا ہے اور اضافہ شدہ الیکٹران نیوکلیس سے زیادہ فاصلے پر ہوتا ہے۔ یہ ایک عام صورت حال ہے (جدول 3.7)۔ تاہم O یا F کی الیکٹران گین اینتھالپی ان کے بعد میں آنے والے عناصر سے کم ہوتی ہے۔ یہ اس لیے ہوتا ہے کہ جب O یا F میں ایک الیکٹران کا اضافہ ہوتا ہے تو اضافی الیکٹران زیادہ چھوٹی کوانٹم سطح n = 2 کی طرف جاتا ہے اور اس سطح میں موجود الیکٹرانوں کے ذریعہ کافی قوت سے دھکیلا جاتا ہے۔ کوانٹم سطح n =3 کے لیے (S یا Cl) اضافی الیکٹران خالی جگہ کا بڑا حصہ گھیرتا ہے اور اس طرح الیکٹران۔ الیکٹران دفع بہت کم ہوتا ہے۔

مسئلہ 3.7

مندرجہ ذیل میں سے کس کی الیکٹران گین اینتھالپی سب سے زیادہ منفی ہوتی ہے اور کس کی سب سے کم؟

F، Cl، S، P۔ اپنے جواب کی وضاحت کیجیے۔

حل:

الیکٹران گین اینتھالپی عام طور پر منفی ہوتی ہے جب ہم کسی دور میں بائیں سے دائیں سمت حرکت کرتے ہیں۔ گروپ میں اوپر سے نیچے جانے پر الیکٹران گین اینتھالپی کم ہوتی جاتی ہے۔ لیکن 2p-اربٹل میں ایک الیکٹران کا اضافہ ہونے سے زیادہ ہٹاؤ ہوتا ہے بہ نسبت بڑے 3p-اربٹل میں ایک الیکٹران کا اضافہ ہونے کے۔ لہٰذا وہ عنصر جس کی سب سے زیادہ منفی الیکٹران گین اینتھالپی ہوگی وہ Cl ہے اور جس کی سب سے کم منفی الیکٹران گین اینتھالپی ہوگی وہ فاسفورس ہے۔

(e) برقی منفیت (Electronegativity)

ایک کیمیائی مرکب میں کسی ایٹم کے ساجھے کے الیکٹرانوں کو اپنی طرف کھینچنے کی کیفیتی پیمائش برقی منفیت (Electronagtivity) کہلاتی ہے۔ آیونائزیشن گین اینتھالپی کے برخلاف یہ ایک قابل پیمائش مقدار نہیں ہے۔ تاہم عناصر کی برقی منفیت کے عددی پیمانے مثلاً پالنگ (Pauling) پیمانہ، ملکن۔ جیفے (Mullikan Jaffe) پیمانہ، آلرڈ۔ روشو پیمانے بنائے گئے ہیں۔ سب سے زیادہ استعمال ہونے والا پیمانہ پالنگ پیمانہ ہے۔ امریکی سائنسداں لائنس پالنگ نے 1922 میں فلورین کو ایک اختیاری قیمت 4.0 دی تھی، اس عنصر میں الیکٹران کو اپنی سمت کھینچنے کی سب سے زیادہ قوت تھی جدول 3.8(a) میں عناصر کی الیکٹران منفیت کی تقریبی قیمتیں دکھائی گئی ہیں۔

کسی دیئے ہوئے عنصر کی برقی منفیت مستقل نہیں ہوتی ہے: اس کا انحصار اس عنصر پر ہوتا ہے جس کے ساتھ وہ بندھا ہوا ہوتا ہے۔ اگر چہ یہ ایک قابل پیمائش مقدار نہیں ہوتی تاہم یہ اس قوت کی پیشین گوئی کرنے کا ذریعہ فراہم کرتی ہے جو ایٹموں کو باندھے رکھتی ہیں، ایک ایسا تعلق جس کے بارے میں آپ بعد میں تحقیق کریں گے۔

دوری جدول میں برقی منفیت عام طور پر ایک دور میں بائیں سے دائیں بڑھتی ہے۔ (مثلاً لیتھیم سے فلورین تک) اور گروپ میں اوپر سے نیچے کم ہوتی ہے (فلورین سے ایسٹاٹین تک)۔ ان رجحانات کی وضاحت کس طرح کی جاسکتی ہے؟ کیا الیکٹران منفیت کا تعلق ایٹمی نصف قطر سے ہوسکتا ہے جو ایک دور میں بائیں سے دائیں سمت گھٹتا ہے لیکن ایک گروپ میں اوپر سے نیچے جانے میں بڑھتا ہے؟ ایک دور میں جیسے جیسے نصف قطر گھٹتا ہے تو سب سے باہری الیکٹرانوں اور نیوکلیس کے درمیان کشش بڑھتی ہے۔ برقی منفیت بھی بڑھتی ہے۔ اسی حساب سے اوپر سے نیچے ایٹمی نصف قطر بڑھتا ہے اور اس کے ساتھ برقی منفیت کی قیمت گھٹتی ہے۔ ایسا ہی رجحان آیونائزیشن اینتھالپی کے لیے ہے۔

جدول 3.8(a): دور کے آر پار برقی منفیت کی قیمت (پالنگ پیمانے پر)

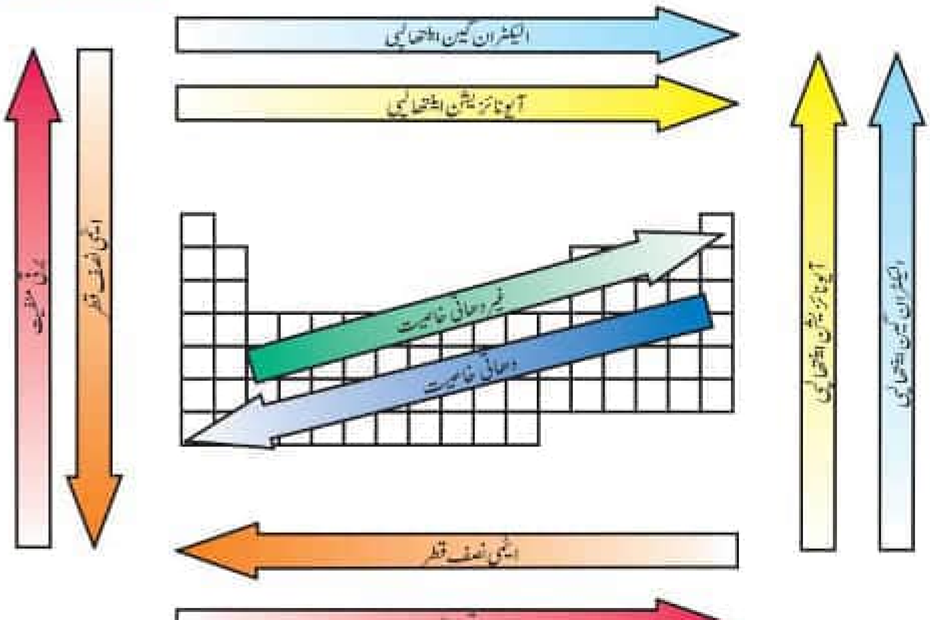
ایٹم (دور II)	Li	Be	B	C	N	O	F
برقی منفیت	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
ایٹم (دور III)	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
برقی منفیت	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0

جدول 3.8(b) گروپ میں نیچے کی طرف الیکٹران منفیت کی قیمت (پالنگ پیمانے پر)

ایٹم (گروپ I)	برقی منفیت	ایٹم (گروپ 17)	الیکٹران منفیت
Li	1.0	F	4.0
Na	0.9	Cl	3.0
K	0.8	Br	2.8
Rb	0.8	I	2.5
Cs	07	At	2.2

برقی منفیت اور ایٹمی نصف قطر کے تعلق کو جانتے ہوئے کیا آپ الیکٹران منفیت اور غیر دھاتی خصوصیات میں تعلق قائم کرسکتے ہیں؟ غیر دھاتی عناصر میں الیکٹران حاصل کرنے کی زبردست صلاحیت ہوتی ہے۔ لہٰذا برقی منفیت کا تعلق عناصر کی غیر دھاتی خصوصیات سے براہ راست ہوتا ہے۔ اسی بات کو آگے بڑھاتے ہوئے اس طرح بھی کہا جاسکتا ہے کہ برقی منفیت عناصر کی دھاتی خصوصیات سے مقلوب تعلق رکھتی ہے۔ لہٰذا ایک دور میں عناصر کی بڑھتی ہوئی غیر دھاتی خصوصیات کے ساتھ (گھٹتی ہوئی دھاتی خصوصیات) برقی منفیت بڑھتی جاتی ہے۔ اسی طرح ایک گروپ میں عناصر کی گھٹتی ہوئی غیر دھاتی خصوصیات (بڑھتی ہوئی دھاتی خصوصیات) کے ساتھ برقی منفیت گھٹتی جاتی ہے۔

ان تمام دوری رجحانات کا خلاصہ شکل 3.7 میں کیا گیا ہے۔



شکل 3.7 دوری جدول میں عناصر کے دوری رجحانات۔

3.7.2 کیمیائی خصوصیات میں دوری رجحانات (Periodic Trends in Chemical Properties)

عناصر کی کیمیائی خصوصیات کے زیادہ تر رجحانات جیسے کہ وتری تعلقات، جامد جفتہ اثرات (Inert Pair Effect)، لینتھنائڈ کے سکڑنے کے اثرات وغیرہ پر ہر ایک گروپ کے لیے بعد کی یونٹ میں بحث ہوگی۔ اس حصہ میں ہم عناصر کے ذریعے دکھائی جانے والی گرفت حالت میں دوریت اور دوسرے دور (لیتھیم سے فلورین تک) کے عناصر کی خصوصیات میں بے قاعدگی کا مطالعہ کریں گے۔

(a) گرفت یا تکسیدی حالتوں میں دوریت (Periodicty of Valence or Oxidation States)

گرفت عناصر کی بہت اہم خاصیت ہوتی ہے اور ہم اسے ان کے الیکٹرانی تشکل کے حوالے سے سمجھ سکتے ہیں۔ نمائندہ عناصر کی گرفت عام طور پر (اگر چہ لازمی نہیں ہے) ان کے سب سے باہر کے اربٹل میں الیکٹرانوں کی تعداد اور/ یا 8 میں سے باہری الیکٹرانوں کی تعداد گھٹانے پر حاصل ہونے والے عدد کے برابر ہوتی ہے۔ جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

آج کل گرفت کی جگہ تکسیدی حالت کا استعمال عام طور پر کیا جاتا ہے۔ آکسیجن پر مشتمل دو مرکبات: OF_2 اور Na_2O کو دیکھئے۔ ان مرکبات میں

گروپ	1	2	13	14	15	16	17	18
گرفتی الیکٹرانوں کی تعداد	1	2	3	4	5	6	7	8
گرفت	1	2	3	4	3.5	2.6	7.5	0.8

شامل تین عناصر کی الیکٹران منفیت کا رجحان F > O > Na ہے۔ فلورین کا ہر ایک ایٹم جس کا باہری الیکٹرانی تشکل $2s^2 2p^5$ ہے OF_2 میں آکسیجن کے ایک الیکٹران سے ساجھا کرتا ہے۔ سب سے زیادہ الیکٹران منفی ہونے کی وجہ سے فلورین کو 1- کی آکسیڈیشن حالت (Oxidation State) دی گئی ہے۔ چونکہ اس مرکب میں فلورین کے دو ایٹم ہیں، آکسیجن اپنے الیکٹرانی تشکل $2s^2 2p^4$ کے ساتھ اپنے دو الیکٹران فلورین کے ایٹموں کے ساتھ ساجھا کرتا ہے لہٰذا یہ آکسیڈیشن حالت 2+ ظاہر کرتا ہے۔ Na_2O میں آکسیجن زیادہ الیکٹران منفیت ہونے کی وجہ سے سوڈیم کے ہر ایک ایٹم سے ایک ایک الیکٹران لیتا ہے، اور اس طرح آکسیڈیشن حالت 2- ظاہر کرتا ہے۔ دوسری طرف سوڈیم جس کا الیکٹرانی تشکل $3s^1$ ہے ایک الیکٹران آکسیجن کو دے دیتا ہے اور 1+ آکسیڈیشن حالت حاصل کرتا ہے۔ کسی مرکب میں ایک عنصر کی آکسیڈیشن حالت کو اس کے ایٹم کے ذریعے حاصل کیے گئے چارج کی طرح بیان کیا جاتا ہے جو اس نے سالمہ کے دوسرے ایٹموں کی الیکٹران منفیت کو مدنظر رکھتے ہوئے حاصل کیا ہے۔

مسئلہ 3.8

دوری جدول کا استعمال کرتے ہوئے ان مرکبات کے فارمولوں کی پیشین گوئی کیجیے جو عناصر کے مندرجہ ذیل جوڑوں سے بن سکتے ہیں۔

(a) سلیکان اور برومین

(b) ایلومینیم اور سلفر

حل:

(a) سلیکان، گروپ 14 کا عنصر ہے جس کی گرفت 4 ہے برومین کا تعلق ہیلوجن سے ہے جن کی گرفت 1 ہے لہٰذا جو مرکب بنے گا اس کا ضابطہ $SiBr_4$ ہوگا۔

(b) ایلومینیم کا تعلق گروپ 13 سے ہے اور اس کی گرفت 3 ہے سلفر، گروپ 16 کے عناصر سے تعلق رکھتا ہے جس کی گرفت 2 ہے۔ لہٰذا مرکب کا ضابطہ Al_2S_3 ہوگا۔

جدول 3.9: عناصر کی گرفت میں ایٹمی رجحان جیسا کہ ان کے مرکبات کے ضابطوں سے ظاہر ہے۔

گروپ	1	2	13	14	15	16	17
ہائڈرائڈ کا ضابطہ	LiH NaH KH	CaH_2	B_2H_6 AlH_3	CH_4 SiH_4 GeH_4 SnH_4	NH_3 PH_3 AsH_3 SbH_3	H_2O H_2S H_2Se H_2Te	HF HCl HBr HI
آکسائڈ کا ضابطہ	Li_2O Na_2O K_2O	MgO CaO SrO BaO	B_2O_3 Al_2O_3 Ga_2O_3 In_2O_3	CO_2 SiO_2 GeO_2 SnO_2 PbO_2	N_2O_3, N_2O_5 P_4O_6, P_4O_{10} As_2O_3, As_4O_5 Sb_2O_3, Sb_2O_5 Bi_2O_3 –	– SO_3 SeO_3 TeO_3 –	– Cl_2O_7 – –

خصوصیت	عنصر		
دھاتی نصف قطر M/pm	**Li** 152	**Be** 111	**B** 88
	Na 186	**Mg** 160	**Al** 143
آئنی نصف قطر M^{+}/pm	**Li** 76	**Be** 31	
	Na 102	**Mg** 72	

کچھ دوری رجحانات جو عناصر کی گرفت میں دیکھے گئے ہیں (ہائڈرائڈ اور آکسائڈ) وہ جدول 3.9 میں دکھائے گئے ہیں۔ ایسے دوسرے دوری رجحانات جو عناصر کے کیمیائی طرزِ عمل میں واقع ہوتے ہیں ان سے اس کتاب میں کہیں اور بحث کی گئی ہے۔ ایسے بہت سے عناصر ہیں جو تغیر پذیر گرفت دکھاتے ہیں۔ یہ خاص طور پر عبوری عناصر اور ایکٹینائڈ کی خصوصیات ہوتی ہیں جن کو ہم بعد میں پڑھیں گے۔

(b) دوسرے دور کے عناصر کی بے ربط خصوصیات (Anomalous Properties of Second Period Elements)

گروپ 1 (لیتھیم) اور 2 (بیریلیم) اور گروپ 13 سے 17 (بورون سے فلورین) تک، ان میں سے ہر ایک گروپ کا پہلا عنصر اپنے متعلقہ گروپ کے دوسرے ممبران سے کئی معاملوں میں مختلف ہوتا ہیں مثال کے طور پر لیتھیم دوسری قلوی دھاتوں کے برعکس اور بیریلیم دوسری قلوی مٹی دھاتوں کے برعکس واضح شریک گرفت خصوصیت والے مرکبات بناتے ہیں: ان کے گروپوں کے دوسرے ممبران زیادہ تر آئنی مرکبات بناتے ہیں۔ درحقیقت لیتھیم اور بیریلیم کا طرزِ عمل اگلے گروپ کے دوسرے عنصر کے زیادہ مشابہ ہوتا ہے یعنی میگنیشیم اور ایلومینیم سے اس قسم کی یکسانیت کو عام طور پر دوری خصوصیات میں وتری تعلقات (Diogonal Relationship) کہتے ہیں۔

s- اور **p-بلاک** کے عناصر کے گروپ میں پہلے ممبر کی کیمیائی خاصیتیں اسی گروپ کے باقی عناصر کے مقابلے میں مختلف ہونے کی وجوہات کیا ہیں؟ اس بے ربط طرزِ عمل کی وجہ ان کا چھوٹے سائز، بڑے چارج / نصف قطر تناسب اور عناصر کی بہت زیادہ الیکٹران منفیت مانی جاتی ہے اس کے علاوہ گروپ کے پہلے ممبر کے پاس بندش کے لیے صرف 4 گرفت اربٹل (2s- اور 2p) موجود ہوتے ہیں جبکہ گروپ کے دوسرے ممبر کے پاس 9 ویلنس آربٹل (3s،3p،3d) موجود ہوتے ہیں۔ اس کے نتیجہ میں ہر گروپ کے پہلے ممبر کی زیادہ سے زیادہ گرفت 4 ہوتی ہے (مثال کے طور پر بورون صرف BF_4^- ہی بنا سکتا ہے) جبکہ گروپ کے دوسرے عناصر اپنی گرفت خول کو الیکٹرانوں کے چار جوڑوں سے زیادہ کی جگہ بنانے کے لیے پھیلا سکتے ہیں مثال کے طور پر ایلومینیم $[AlF_6]^{3-}$ ۔ اس کے علاوہ p-بلاک عناصر کا پہلا ممبر اسی گروپ کے باقی عناصر کے مقابلے میں اپنے آپ سے (مثلاً C=C ، C≡C ، N=N ، N≡N) اور دوسرے دور کے دیگر عناصر کے ساتھ (مثلاً C=O ، C=N ، C≡N ، N=O) $p_\pi - p_\pi$ کثیر بند بنانے کی زبردست صلاحیت رکھتا ہے۔

> **مسئلہ 3.9**
>
> کیا $[AlCl(H_2O_5)]^{2+}$ میں Al کی آکسیڈیشن حالت اور گرفت برابر ہے؟
>
> **حل:**
>
> نہیں: ایلومینیم کی آکسیڈیشن حالت 3+ ہے اور گرفت 6 ہے۔

3.7.3 کیمیائی تعاملیت اور دوری رجحان (Periodic Trends and Chemical Reactivity)

ہم نے کچھ بنیادی خصوصیات جیسے ایٹمی اور آئنی نصف قطر آیونائزیشن اینتھالپی، الیکٹران گین اینتھالپی اور گرفت وغیرہ میں دوری رجحانات کا مشاہدہ کیا ہے۔ اب ہم جان گئے ہیں کہ دوریت کا تعلق الیکٹرانی تشکل سے ہوتا ہے یعنی عناصر کی تمام کیمیائی اور طبعی خصوصیات ان کے الیکٹرانی تشکل کا اظہار ہوتی ہیں۔ اب ہم عناصر کی ان بنیادی خصوصیات کا ان کی کیمیائی تعاملیت سے رشتہ تلاش کرنے کی کوشش کریں گے۔

ایٹمی اور آئنی نصف قطر، جیسا کہ ہم جانتے ہیں ایک دور میں بائیں سے دائیں طرف گھٹتے ہیں۔ نتیجہ کے طور پر آیونائزیشن اینتھالپی ایک دور

کے آر پار بڑھتی ہیں (سیکشن (a) 3.7.1 میں دکھائے گئے کچھ استثنیٰ) جبکہ الیکٹران گین اینتھالپی زیادہ منفی ہوتی جاتی ہے۔ دوسرے الفاظ میں ایک دور میں بائیں جانب سب سے آخیر میں عناصر کی آیونائزیشن اینتھالپی سب سے کم ہوتی ہے اور دائیں سرے کے آخر میں عناصر کی الیکٹران گین اینتھالپی سب سے زیادہ منفی ہوتی ہیں (نوٹ: نوبل گیسیں جن کے خول پوری طرح بھرے ہوئے ہوتے ہیں ان کی الیکٹران گین اینتھالپی کی قدر مثبت ہوتی ہے)۔ اس کی وجہ سے دور کے دونوں سروں پر عناصر کی کیمیائی تعاملیت بہت زیادہ ہوتی ہے اور درمیان میں سب سے کم ہوتی ہے۔ لہٰذا بائیں سرے کے عناصر (دھاتی عناصر میں) میں بہت زیادہ کیمیائی تعاملیت کا اظہار ایک الیکٹران دے کر مثبت آین بنانے کی شکل میں ہوتا ہے اور دائیں سرے (ہیلوجن میں) پر اس کا اظہار ایک الیکٹران حاصل کرکے منفی آین بنانے کی شکل میں ہوتا ہے۔ اس خاصیت کو عناصر کے تحویلی اور تکسیدی طرز عمل سے جوڑا جاسکتا ہے جس کے بارے میں آپ بعد میں پڑھیں گے۔ تاہم یہاں اسے عناصر کے دھاتی اور غیر دھاتی طرز عمل سے براہ راست جوڑا جاسکتا ہے۔ لہٰذا ایک دور میں بائیں سے دائیں طرف جانے میں عنصر کی دھاتی خصوصیت جو بائیں سرے پر سب سے زیادہ ہے، گھٹتی ہے اور غیر دھاتی خصوصیت میں اضافہ ہوجاتا ہے۔ کسی عنصر کی کیمیائی تعاملیت اس کے آکسیجن اور ہیلوجن کے ساتھ تعامل کے ذریعہ سب سے بہتر طریقے سے دکھائی جاسکتی ہے۔ یہاں ہم عناصر کے صرف آکسیجن کے ساتھ تعامل کو دیکھیں گے۔ ایک دور کے دونوں سرے پر پائے جانے والے عناصر بہت آسانی کے ساتھ آکسیجن سے تعامل کرکے آکسائڈ بناتے ہیں۔ آخری بائیں سرے پر پائے جانے والے عناصر کے ذریعے بنائے گئے آکسائڈ عام طور پر سب سے زیادہ قلوی ہوتے ہیں (مثال کے طور پر Na_2O) جبکہ سب سے دائیں سرے پر پائے جانے والے عناصر کے ذریعے بننے والے آکسائڈ سب سے زیادہ تیزابی ہوتے ہیں (مثلاً Cl_2O_7)۔ درمیان میں پائے جانے والے عناصر کے آکسائڈ ایمفوٹیرک (Ambhoteric) ہوتے ہیں (مثال کے طور پر Al_2O_3 ، As_2O_3) یا تعدیلی ہوتے ہیں (مثلاً CO، NO، NO_2)۔ ایمفوٹیرک آکسائڈ اساس کے ساتھ تیزاب کی طرح برتاؤ کرتے ہیں اور تیزاب کے ساتھ اساس جیسا برتاؤ کرتے ہیں، جبکہ تعدیلی آکسائڈ کا طرز عمل نہ تو تیزابی ہوتا ہے اور نہ ہی اساسی۔

مسئلہ 3.10

پانی کے ساتھ تعامل کرکے دکھایئے کہ Na_2O اساسی آکسائڈ ہے اور Cl_2O_7 ایک تیزابی آکسائڈ ہے۔

حل:

Na_2O پانی کے ساتھ قوی اساس بناتا ہے اور Cl_2O_7 قوی تیزاب بناتا ہے۔

$$Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$$
$$Cl_2O_7 + H_2O \rightarrow 2HClO_4$$

اساسی اور تیزابی خاصیت یقینی طور پر لٹمس پیپر کے ذریعے جانچی جاسکتی ہے۔

ایک دور میں نمائندہ عناصر کے مقابلے میں عبوری دھاتوں (3d-سیریز) کے ایٹمی نصف قطر میں تبدیلی بہت کم ہوتی ہے۔ ایٹمی نصف قطر میں تبدیلی اندرونی عبوری عناصر (4f-سیریز) میں اور زیادہ کم ہوتی ہے۔ آیونائزیشن اینتھالپی s- اور p- بلاک کے انٹرمیڈیٹ ہوتی ہیں۔ نتیجہ کے طور پر یہ گروپ 1 اور گروپ 2 کی دھاتوں کے مقابلے کم برقی مثبت ہوتے ہیں۔

ایک گروپ میں گروپ کے خاص عناصر (تین گروپ عناصر) میں بڑھتے ہوئے ایٹمی عدد کے ساتھ ایٹمی اور آینی نصف قطر میں اضافے کے نتیجہ میں عام طور پر آیونائزیشن اینتھالپی میں بتدریج کمی (سیکشن (3.7.1(d) میں دکھائے گئے تیسرے دور کے کچھ عناصر کے علاوہ) اور الیکٹران گین اینتھالپی میں باقاعدہ کمی واقع ہوتی ہے۔ اس طرح ایک گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف جاتے ہوئے دھاتی خصوصیت میں اضافہ ہوتا ہے اور غیر دھاتی خصوصیت میں کمی آتی ہے۔ اس رجحان کا تعلق ان کے تحویلی اور تکسیدی خصوصیات سے ہوسکتا ہے جس کے بارے میں آپ بعد میں پڑھیں گے۔ عبوری عناصر کے معاملے میں اگرچہ اس کے برخلاف رجحان دیکھا گیا ہے اس کو ایٹمی سائز اور آیونائزیشن اینتھالپی کی اصطلاح میں واضح کیا جاسکتا ہے۔

خلاصہ

اس باب میں آپ نے **دوری کلیہ** اور **دوری جدول** کے ارتقا کے بارے میں پڑھا ہے۔ مینڈلیف کی **دوری جدول** کی بنیاد ایٹمی کمیتوں پر تھی۔ **جدید دوری جدول** نے عناصر کو ان کے بڑھتے ہوئے ایٹمی اعداد کی بنیاد پر سات افقی قطاروں (ادوار) اور 18 عمودی کالم (**گروپ یا خاندان**) میں ترتیب دیا ہے۔ ایک دور میں ایٹمی عدد متواتر ہوتے ہیں، جب کہ ایک گروپ میں ایک ترتیب کے ساتھ بڑھتے ہیں۔ ایک ہی گروپ کے عناصر کے یکساں **گرفت خول** الیکٹرانی تشکل ہوتے ہیں لہٰذا وہ یکساں کیمیائی خصوصیات دکھاتے ہیں۔ بہرحال، ایک ہی دور کے عناصر میں بائیں سے دائیں جانب الیکٹرانوں کی تعداد بڑھتی ہے، لہٰذا ان کی گرفت مختلف ہوتی ہے۔ الیکٹرانی تشکل کی بنیاد پر دوری جدول میں چار قسم کے عناصر کی شناخت کی جاسکتی ہے۔ یہ **s-بلاک**، **p-بلاک**، **d-بلاک** اور **f-بلاک** عناصر ہیں۔ ہائڈروجن جس کے 1s ارٗبٹل میں ایک ہی الیکٹران ہے، دوری جدول میں ایک منفرد مقام رکھتی ہے۔ دھاتیں معلوم عناصر کا 78 فیصد سے زیادہ حصہ بناتی ہیں۔ غیر دھاتیں جو دوری جدول میں اوپر کی سمت میں پائی جاتی ہیں ان کی تعداد بیس سے کم ہے۔ وہ عناصر جو دھات اور غیر دھات مثلاً Si، Ge، As کے درمیان ہیں، **دھتونت یا نیم دھاتیں** کہلاتے ہیں۔ ایک گروپ میں بڑھتے ہوئے ایٹمی عدد کے ساتھ دھاتی خصوصیت میں اضافہ ہوتا ہے جبکہ ایک دور میں بائیں سے دائیں جانب اس میں کمی آتی ہے۔ عناصر کی طبعی اور کیمیائی خصوصیات ان کے ایٹمی اعداد کے ساتھ دوریت کے اعتبار سے تبدیل ہوتی ہیں۔

ایٹمی سائز، آیونائزیشن اینتھالپی، الیکٹران گین اینتھالپی، برقی منفیت اور **گرفت** میں دوری رجحانات پائے جاتے ہیں ایٹمی نصف قطر ایک دور میں بائیں سے دائیں سمت جانے میں گھٹتے ہیں اور ایک گروپ میں ایٹمی عدد کے ساتھ بڑھتے ہیں۔ آیونائزیشن اینتھالپی عام طور پر ایک دور میں بڑھتی ہیں اور گروپ میں نیچے کی سمت گھٹتی ہیں۔ الیکٹران منفیت بھی ایسا ہی رجحان دکھاتی ہے۔ الیکٹران گین اینتھالپی عام طور پر ایک دور کے آر پار زیادہ منفی ہوتی ہیں اور ایک گروپ میں اوپر سے نیچے کی سمت کم منفی ہوتی ہیں۔ گرفت (Valency) میں بھی کچھ دوریت ہوتی ہے، مثال کے طور پر نمائندہ عناصر میں گرفت سب سے باہری ارٗبٹل میں پائے جانے والے الیکٹرانوں کے برابر ہوتی ہے یا آٹھ میں سے اس تعداد کو گھٹانے پر حاصل ہونے والے عدد کے برابر ہوتی ہے۔ **کیمیائی تعاملیت** دور کے دونوں سروں پر سب سے زیادہ ہوتی ہے اور درمیان میں سب سے کم۔ دور کے سب سے بائیں سرے پر تعاملیت کی وجہ الیکٹران دینے کی آسانی ہے (یا کم آیونائزیشن اینتھالپی)۔ بہت زیادہ متعامل عناصر قدرت میں آزاد حالت میں نہیں پائے جاتے۔ یہ عام طور پر متحد شکل میں پائے جاتے ہیں۔ بائیں سمت کے عناصر کے ساتھ بننے والے آکسائڈ اساسی ہوتے ہیں اور دائیں سمت کے عناصر کے آکسائڈ تیزابی ہوتے ہیں۔ درمیانی عناصر کے آکسائڈ ایمفوٹیرک یا تعدیلی ہوتے ہیں۔

مشقیں

3.1 دوری جدول کی تنظیم میں بنیادی تصور کیا ہے۔

3.2 مینڈلیف نے اپنی دوری جدول میں عناصر کی تقسیم کے لیے کون سی اہم خصوصیت کا استعمال کیا تھا اور کیا وہ اس پر قائم رہا؟

3.3 مینڈلیف کے دوری کلیہ اور جدید دوری کلیہ کے نظریے میں بنیادی فرق بتائیے۔

3.4 کوانٹم نمبر کی بنیاد پر جواز پیش کرتے ہوئے بتائیے کہ دوری جدول کے چھٹے دور میں 32 عناصر ہونے چاہئیں۔

3.5 گروپ اور دور کے اعتبار سے آپ Z = 14 والے عنصر کہاں رکھیں گے:

3.6 دوری جدول کے تیسرے دور اور سترھویں گروپ میں پائے جانے والے عنصر کا ایٹمی عدد لکھئے۔

3.7 آپ کے خیال میں:

(i) لارنیس برکلے تجربہ گاہ اور

(ii) سیبرگ کے گروپ نے

کس عنصر کا نام دیا گیا تھا؟

3.8 ایک ہی گروپ کے عناصر کی طبعی اور کیمیائی خصوصیات یکساں کیوں ہوتی ہیں؟

3.9 ایٹمی نصف قطر اور آینی نصف قطر سے آپ کیا سمجھتے ہیں؟

3.10 ایٹمی صنف قطر ایک دور میں اور ایک گروپ میں کس طرح تبدیل ہوتا ہے؟ آپ اس تبدیلی کی وضاحت کس طرح کریں گے؟

3.11 ہم الیکٹرانی نوع (Isoelectronic Species) سے آپ کیا سمجھتے ہیں۔ ایک ایسی اسپشیز کا نام بتایئے جو مندرجہ ذیل میں سے ہر ایک ایٹم یا آین کے ساتھ آئسو الیکٹرانک ہو۔

(i) F^- (ii) Ar (iii) Mg^{2+} (iv) Rb^+

3.12 مندرجہ ذیل انواع پر غور کیجیے N^{3-}، O^{2-}، F^-، Na^+، Mg^{2+} اور Al^{3+}

(a) ان میں مشترک کیا ہے؟

(b) ان کو بڑھتے ہوئے آینی نصف قطر میں ترتیب دیجیے۔

3.13 اپنے اصل ایٹم کے مقابلے میں این آین کے نصف قطر بڑے اور کیٹ آین کے نصف قطر چھوٹے کیوں ہوتے ہیں؟ وضاحت کیجیے۔

3.14 آیونائزیشن اینتھالپی اور الیکٹران گین اینتھالپی کی تعریف بیان کرتے وقت اصطلاحات منفرد گیسی ایٹم اور گراؤنڈ اسٹیٹ کی کیا اہمیت ہے؟

اشارہ : موازنہ کرنے کے لیے

3.15 ہائڈروجن ایٹم کے ایک الیکٹران کی گراؤنڈ اسٹیٹ میں توانائی $-2.18\times10^{-18}J$ ہے۔ $J\ mol^{-1}$ میں ایٹمی ہائڈروجن کی آیونائزیشن اینتھالپی معلوم کیجیے۔

اشارہ: جواب حاصل کرنے کے لیے مول کے تصور کا استعمال کیجیے۔

3.16 دوسرے دور کے عناصر کے درمیان اصل آیونائزیشن اینتھالپی کا رجحان

$Li < B < Be < C < O < N < F < Ne$ ہے۔ وضاحت کیجیے کہ

(i) Be کی $\Delta_i H$، B سے زیادہ ہے؟

(ii) O کی $\Delta_i H$، N اور F سے کم ہے؟

3.17 اس حقیقت کو آپ کیسے سمجھائیں گے کہ Na کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی میگنیشیم سے کم ہے لیکن اس کی دوسری آیونائزیشن اینتھالپی میگنیشیم سے زیادہ ہے؟

3.18 وہ کون سے مختلف عوامل ہیں جن کی وجہ سے خاص گروپ عناصر کی آیونائزیشن اینتھالپی ایک گروپ میں نیچے کی طرف گھٹتی ہے؟

3.19 گروپ 13 کے عناصر کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی کی قیمتیں $(kJ\ mol^{-1})$ میں مندرجہ ذیل ہیں۔

B	Al	Ga	In	Tl
801	577	579	558	589

آپ عام رجحان سے اس انحراف کو کس طرح واضح کریں گے؟

3.20 مندرجہ ذیل عناصر کے جوڑوں میں سے کس کی الیکٹران گین اینتھالپی زیادہ منفی ہوگی؟

(i) O یا F (ii) F یا Cl

3.21 آپ کیا سمجھتے ہیں کہ O کی دوسری الیکٹران گین اینتھالپی پہلی کے مقابلے میں مثبت ہوگی، زیادہ منفی ہوگی یا کم ہوگی؟ اپنے جواب کا جواز پیش کیجیے۔

3.22 الیکٹران گین اینتھالپی اور الیکٹران منفیت اصطلاحات میں بنیادی فرق کیا ہے؟

3.23 آپ کا ردعمل اس بیان پر کیا ہوگا کہ N کی الیکٹران منفیت نائٹروجن کے تمام مرکبات میں پالنگ پیمانے پر 3.0 ہے؟

3.24 ایٹم کے نصف قطر سے متعلق نظریے کو بیان کیجیے جب وہ:

(a) الیکٹران حاصل کرتا ہے۔

(b) الیکٹران کھو دیتا ہے۔

3.25 آپ کے خیال میں ایک ہی عنصر کے دو ہم جا (Isotopes) کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی یکساں ہوں گی یا مختلف؟ اپنے جواب کا جواز پیش کیجیے۔

3.26 دھاتوں اور غیر دھاتوں میں اہم فرق بیان کیجیے؟

3.27 مندرجہ ذیل سوالات کا جواب دینے کے لیے دوری جدول کا استعمال کیجیے۔

(a) ایک عنصر کو پہچانیے جس کے بیرونی ذیلی شیل میں 5 الیکٹران ہوں۔

(b) ایک عنصر کو پہچانیے جو دو الیکٹران کھو سکتا ہے۔

(c) ایک عنصر کو پہچانیے جو دو الیکٹران حاصل کر سکتا ہے۔

(d) ایک ایسے گروپ کو پہچانیے جس میں دھات، غیر دھات، رقیق اور گیس کمرہ درجہ حرارت پر پائی جاتی ہو۔

3.28 گروپ 1 کے عناصر میں بڑھتی ہوئی تعاملیت $Li < Na < K < Rb < Cs$ ہے۔ جب کہ گروپ 17 کے عناصر میں $F > Cl > Br > I$۔ وضاحت کیجیے۔

3.29 *s*-، *p*-، *d*- اور *f*- بلاک کے عناصر کا عمومی بیرونی الیکٹرانی تشکل لکھیے۔

3.30 مندرجہ ذیل الیکٹرانی تشکل رکھنے والے عناصر کو دوری جدول میں مقام فراہم کیجیے۔

(i) $n = 3$ کے لیے $ns^2\,np^4$ (ii) $n = 4$ کے لیے $(n-1)d^2\,ns^2$ اور

(iii) $n = 6$ کے لیے $(n-2)f^7\,(n-1)d^2\,ns^2$ ۔

3.31 مندرجہ ذیل کچھ عناصر کے لیے پہلی $(\Delta_i H_1)$ اور دوسری $(\Delta_i H_2)$ آیونائزیشن اینتھالپی ($kJ\,mol^{-1}$ میں) اور الیکٹران گین اینتھالپی $(\Delta_{eg} H)$ $kJ\,mol^{-1}$ میں دی گئی ہیں۔

عناصر	ΔH_1	ΔH_2	$\Delta_{eg} H$
I	520	7300	–60
II	419	3051	–48
III	1681	3374	–328
IV	1008	1846	–295
V	2372	5251	+48
VI	738	1451	–40

مندرجہ بالا عناصر میں سے کون سا عنصر:

(a) سب سے کم تعامل پذیر

(b) سب سے زیادہ متعامل دھات ہوگی۔

(c) سب سے زیادہ متعامل غیر دھات ہوگی۔

(d) سب سے کم متعامل غیر دھات ہوگی۔

(e) وہ دھات جو ایک مستحکم بائنری ہیلائڈ بنا سکتی ہے جس کا ضابطہ MX_2 (X = ہیلوجن) ہے۔

(f) وہ دھات جو زیادہ تر مستحکم شریک گرفت ہیلائڈ بنا سکتی ہے جس کا ضابطہ MX (X = ہیلوجن) ہے؟

3.32 مندرجہ ذیل عناصر کے جوڑوں سے بننے والے مستحکم بائنری مرکبات کے ضابطوں کو پیشین گوئی کیجیے۔

(a) لیتھیم اور آکسیجن (b) میگنیشیم اور نائٹروجن

(c) ایلومنیم اور آیوڈین (d) سلیکان اور آکسیجن

(e) فاسفورس اور فلورین (f) عنصر 71 اور فلورین

3.33 جدید دوری جدول میں ایک دور مندرجہ ذیل میں سے کس کی قدر کو ظاہر کرتا ہے:

(a) ایٹمی عدد کی (b) ایٹمی کمیت کی

(c) پرنسپل کوانٹم نمبر (d) سمت راس کوانٹم نمبر کی

3.34 جدید دوری جدول سے تعلق رکھنے والے مندرجہ ذیل بیانات میں کون سے غلط ہیں؟

(a) p-بلاک میں 6 کالم ہوتے ہیں کیونکہ زیادہ سے زیادہ 6 الیکٹران p-خول کے اربٹل کو بھر سکتے ہیں۔

(b) d-بلاک میں 8 کالم ہوتے ہیں کیونکہ d-ذیلی شیل کے اربٹل میں زیادہ سے زیادہ 8 الیکٹران جگہ گھیر سکتے ہیں۔

(c) ہر ایک بلاک میں کالم کی تعداد اتنی ہی ہوتی ہے جتنی کہ اس کے اربٹل میں بھرے جانے والے الیکٹرانوں کی۔

(d) ایک بلاک اس آخری ذیلی شیل کے لیے سمت راس کوانٹم نمبر (l) کی قدر کو ظاہر کرتا ہے جو الیکٹرانی تشکل کی تشکیل کے لیے الیکٹرانوں کو حاصل کرتا ہے۔

3.35 جو چیز گرفتی الیکٹرانوں کو متاثر کرے گی وہ عنصر کی کیمیا کو متاثر کرے گی۔ مندرجہ ذیل میں سے کون سے عوامل گرفتی الیکٹرانوں کو متاثر نہیں کریں گے؟

(a) ویلنس پرنسپل کوانٹم نمبر (n) (b) نیوکلیر چارج (Z)

(c) نیوکلیائی کمیت (d) کور الیکٹرانوں کی تعداد

3.36 ہم الیکٹرانی انواع F^-، Ne اور Na^+ کا سائز متاثر ہوتا ہے۔

(a) نیوکلیر چارج سے (Z)

(b) ویلنس پرنسپل کوانٹم نمبر

(c) باہری اربٹل میں الیکٹران۔ الیکٹران باہمی کرعمل سے ہے۔

(d) ان میں سے کوئی عوامل نہیں کیونکہ ان کی جسامت برابر ہے۔

3.37 آیونائزیشن اینتھالپی کے اعتبار سے مندرجہ ذیل بیانات میں سے کون سا بیان غلط ہے۔

(a) ہر آنے والے الیکٹران کے لیے آیونائزیشن اینتھالپی بڑھتی ہے۔

(b) نوبل گیس کے الیکٹرانی تشکل سے ایک الیکٹران نکالنے میں اینتھالپی میں سب سے زیادہ بڑھوتری ہوتی ہے۔

(c) آخری ویلنس الیکٹران کی وجہ سے آیونائزیشن اینتھالپی میں زبردست اچھال آتا ہے۔

(d) n کی زیادہ قدر والے اربٹل کے مقابلے n کی کم قدر والے اربٹل میں سے الیکٹران کو نکالنا نسبتاً آسان ہوتا ہے۔

3.38 B، Al، M اور K عناصر کے لیے ان کی دھاتی خصوصیت کی صحیح ترتیب مندرجہ بذیل میں سے کیا ہوگی؟

(a) B > Al > Mg > K (c) Al > Mg > B > K

(c) Mg > Al > K > B (d) K > Mg > Al > B

3.39 B، C، N، F اور Si عناصر کے لیے ان کی غیر دھاتی خصوصیت کی صحیح ترتیب مندرجہ ذیل میں سے کیا ہوگی؟

(a) B > C > Si > N > F (b) Si > C > B > N > F

(c) F > N > C > B > Si (d) F > N > C > Si > B

3.40 F، Cl، O اور N عناصر کے لیے تکسیدی خصوصیت کی اصطلاح میں ان کی کیمیائی تعاملیت کی صحیح ترتیب مندرجہ ذیل میں سے کیا ہوگی؟

(a) F > Cl > O > N (b) F > O > Cl > N

(c) Cl > F > O > N (d) O > F > N > Cl

اکائی 4

کیمیائی بندش اور سالماتی ساخت

(Chemical Bonding and Molecular Structure)

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- کیمیائی بندش کے کوسل-لیوس نظریے کو سمجھ سکیں؛
- آکٹیٹ قاعدے (Octate) کی وضاحت کرسکیں اور اس کی حدود بیان کرسکیں۔ سادہ سالموں کے لیے لیوس ساخت بنا سکیں؛
- مختلف قسم کے بند کی تشکیل کے عمل کو سمجھا سکیں؛
- وی ایس ای پی آر (VSEPR) نظریے کو بیان کرسکیں اور سادہ سالموں کی جیومیٹری کی پیشین گوئی کرسکیں؛
- شریک گرفت بندش کے لیے ویلنس بانڈ طریقہ کار کی وضاحت کرسکیں؛
- شریک گرفت بندش کی سمتی خصوصیات کی پیشین گوئی کرسکیں؛
- s، p- اور d- اربٹل کی شمولیت سے ہائبرائیڈائزیشن (Hybridisation) کی مختلف اقسام کی وضاحت کرسکیں اور سادہ شریک گرفت سالموں کی شکل بنا سکیں؛
- ہومونیوکلیر دو ایٹمی سالموں کے سالماتی اربٹل نظریہ (Molecular Orbital Theory) کو بیان کرسکیں؛
- ہائڈروجن بند کے تصور کی وضاحت کرسکیں۔

"سائنسداں مسلسل نئے مرکبات دریافت کر رہے ہیں، ان سے متعلق حقائق کو سلسلے وار ترتیب دے رہے ہیں، موجودہ علم کی بنیاد پر وضاحت کرنے کی کوشش کر رہے ہیں یا ابتدائی نظریات کو بہتر طور پر مرتب کر رہے ہیں یا مشاہدہ کیے گئے نئے حقائق کی وضاحت کے لیے نظریات کی تشکیل کر رہے ہیں۔"

مادہ ایک یا مختلف قسم کے عناصر سے مل کر بنتا ہے۔ عام حالات میں نوبل گیسوں کے علاوہ اور کوئی عنصر قدرت میں آزاد حالت میں نہیں پایا جاتا ہے۔ تاہم ایٹموں کا ایک مجموعہ ایک نوع کی قسم میں نمایاں خاصیتوں کے ساتھ پایا جاتا ہے۔ ''ایٹموں کے ایسے گروپ کو سالمہ (Molecular) کہتے ہیں۔ ظاہر ہے کہ ایک سالمے میں ایٹموں کو باندھنے کے لیے کوئی قوت درکار ہوگی **وہ قوت کشش جو مختلف اجزا (ایٹم، آین وغیرہ) کو مختلف کیمیائی انواع میں ایک ساتھ باندھے رکھتی ہے، کیمیائی بند کہلاتا ہے۔**'' چونکہ ایک کیمیائی مرکب کی تشکیل مختلف عناصر کے علیحدہ علیحدہ طریقوں سے ملنے کے نتیجہ میں ہوتی ہے۔ ایٹم کیوں متحد ہوتے ہیں؟ کچھ مخصوص اتحاد ہی کیوں ممکن ہیں؟ ایسا کیوں ہے کہ کچھ ایٹم متحد ہوتے ہیں اور کچھ نہیں؟ سالمات کی مخصوص ساخت کیوں ہوتی ہے؟ ان سوالات کا جواب دینے کے لیے وقتاً فوقتاً مختلف تصورات اور نظریات پیش کیے گئے ہیں۔ یہ کوسل-لیوس اپروچ، ویلنس شیل الیکٹران پیئر ریپلژن تھیوری (VSEPR)، ویلنس بونڈ (VB) تھیوری اور مولیکولر آربٹل (MO) تھیوری ہیں۔ بندش کے مختلف نظریات کا ارتقاء اور کیمیائی بندش کی نوعیت کی وضاحت کا قریبی تعلق ایٹم کی ساخت، عناصر کا الیکٹرانی تشکل اور دوری جدول کی سمجھ پیدا کرنے کی کوششوں سے ہے۔ ہر نظام کی کوشش زیادہ مستحکم رہنے کی ہوتی ہے اور بندش نظام کو استحکام فراہم کرنے کے لیے توانائی کو کم کرنے کا ایک قدرتی طریقہ ہے۔

4.1 کیمیائی بندش کے لیے کوسیل-لیوس کا طریقۂ کار (Kossel-Lewis Approach to Chemical Bonding)

الیکٹران کی اصطلاح میں کیمیائی بندش کی تشکیل کی وضاحت کے لیے متعدد کوششیں کی گئی ہیں لیکن یہ صرف 1916 میں ممکن ہوا جب کوسیل اور لیوس نے آزادانہ طور پر ایک تسلی بخش وضاحت پیش کرنے میں کامیابی حاصل کی۔ وہ پہلے شخص تھے جنھوں نے نوبل گیسوں کی غیر عاملیت کی بنیاد پر بندش کی منطقی وضاحت پیش کی۔

لیوس نے ایٹم کی تصویر پیش کی جس کے مطابق مثبت چارج شدہ 'Kernel' (نیوکلیس اور اندرونی الیکٹران) ہوتا ہے اور بیرونی شیل میں زیادہ سے زیادہ آٹھ الیکٹران سما سکتے ہیں۔ اس نے مزید یہ تصور کیا کہ یہ آٹھ الیکٹران مکعب کے آٹھ کونوں کو گھیرتے ہیں جو 'Kernel' کو گھیرے ہوئے ہے۔ اس طرح سوڈیم کا باہری خول کا واحد الیکٹران مکعب کے ایک کونے کو گھیرے گا، جبکہ گیس میں آٹھوں کونے گھرے ہوئے ہوں گے۔ الیکٹرانوں کا یہ آکٹیٹ (Octet) ایک مخصوص مستحکم الیکٹرانی تشکل کو ظاہر کرتا ہے۔ **''لیوس نے مزید یہ بھی دعویٰ کیا کہ ایٹم اس وقت مستحکم آکٹیٹ حاصل کر لیتے ہیں جب وہ کیمیائی بند کے ذریعے جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔''** سوڈیم اور کلورین کے معاملے میں یہ ایک الیکٹران کی منتقلی کی شکل میں ہوسکتا ہے جب سوڈیم کا ایک الیکٹران کلورین پر منتقل ہو جاتا ہے اور Na^+ اور Cl^- آین بنتے ہیں۔ دوسرے سالموں جیسے H_2، Cl_2، F_2 وغیرہ میں دو ایٹوں کے درمیان ایک الیکٹران کے جوڑے کے اشتراک سے بند بنتا ہے۔ اس عمل میں ہر ایٹم **الیکٹرانوں کے باہری مستحکم آکٹیٹ** حاصل کر لیتا ہے۔

لیوئس علامتیں: سالمہ کے بننے کے دوران کیمیائی اتحاد میں صرف باہری الیکٹران ہی حصہ لیتے ہیں اور وہ گرفتی الیکٹران (Valence Eletron) کہلاتے ہیں۔ اندرونی الیکٹران کافی محفوظ ہوتے ہیں اور عام طور پر اتحادی عمل میں حصہ نہیں لیتے۔ جی۔این۔ لیوئس، امریکی کیمیاداں نے ایٹم میں گرفتی الیکٹرانوں کو ظاہر کرنے کا آسان طریقہ بتایا۔ یہ اظہار لیوئس علامتیں کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر دوسرے دور کے عناصر کی لیوس علامتیں مندرجہ ذیل ہیں۔



لیوئس علامات کی اہمیت: علامت کے اردگرد نقطوں کی تعداد ویلنس الیکٹرانوں کی تعداد کو ظاہر کرتی ہے۔ ویلنس الیکٹرانوں کا یہ عدد عناصر کی عام یا گروپ ویلنس معلوم کرنے میں مدد کرتا ہے۔ عناصر کا گروپ ویلنس عام طور پر لیوئس علامت میں نقطوں کی تعداد کے برابر یا آٹھ میں سے نقطوں یا ویلنس الیکٹرانوں کی تعداد گھٹانے پر حاصل شدہ عدد کے برابر ہوتا ہے۔

کیمیائی بندش سے متعلق کوسل نے مندرجہ ذیل حقائق کی سمت توجہ دلائی:

- دوری جدول میں بہت زیادہ برقی منفی ہیلوجن اور بہت زیادہ برقی مثبت قلوی دھاتیں نوبل گیسوں کے ذریعہ جُدا کی گئی ہیں۔
- ہیلوجن ایٹم سے منفی آین کے بننے اور قلوی دھات سے ایک مثبت آین بننے کا تعلق متعلقہ ایٹوں کے ذریعہ الیکٹران حاصل کرنے یا گنوانے سے ہے۔
- اس طرح بننے والے منفی اور مثبت آین مستحکم نوبل گیسوں کا الیکٹرانی تشکل حاصل کر لیتے ہیں۔ نوبل گیسوں میں (ہیلیم کے علاوہ جس میں صرف دو الیکٹران ہوتے ہیں) خاص طور پر آٹھ الیکٹرانوں (Octet) کا مستحکم تشکل پایا جاتا ہے۔
- منفی اور مثبت آین برقی سکونی کشش (Electrostatic Attraction) کے ذریعہ قائم رہتے ہیں۔

مثال کے طور پر مندرجہ بالا اسکیم کے تحت سوڈیم اور کلورین سے سوڈیم کلورائڈ کا بننا اس طرح واضح کیا جا سکتا ہے:

Na	$\rightarrow$	$Na^+ + e^-$
[Ne] $3s^1$		[Ne]
$Cl + e^-$	$\rightarrow$	Cl^-
[Ne] $3s^2\ 3p^5$		[Ne] $3s^2\ 3p^6$ or [Ar]
$Na^+ + Cl^-$	$\rightarrow$	NaCl or Na^+Cl^-

اسی طرح CaF_2 کا بننا بھی مندرجہ ذیل طریقے سے دکھایا جاسکتا ہے:

Ca	$\rightarrow$	$Ca^{2+} + 2e^-$
[Ar] $4s^2$		[Ar]
$F + e^-$	$\rightarrow$	F^-
[He] $2s^2\ 2p^5$		[He] $2s^2\ 2p^6$ or [Ne]
$Ca^{2+} + 2F^-$	$\rightarrow$	$Ca^{2+}(F^-)_2$ or CaF_2

"مثبت اور منفی آین کے درمیان برقی سکونی کشش کے نتیجے میں بننے والا بند برقی گرفت بند (Electrovalent Bond) کہلاتا ہے۔
اس طرح برقی گرفت (Electro Valence) آین پر اکائی چارج کی تعداد کے برابر ہوتی ہے۔" اس طرح کیلشیم کو مثبت الیکٹرو ویلنس دو اور کلورین کو منفی الیکٹرو ویلنس دیا جاتا ہے۔

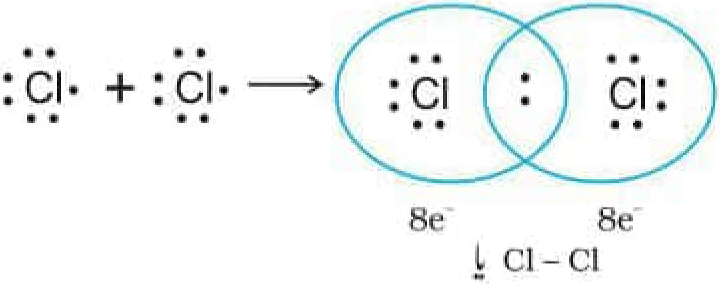
کوسل کے اصول مسلمہ (Poslutates) الیکٹران کی منتقلی کے ذریعہ آین بننے اور آینی قلمی مرکبات بننے سے متعلق جدید تصورات کے لیے بنیاد فراہم کرتے ہیں۔ آینی مرکبات کو سمجھنے اور انہیں منظم کرنے میں اس کے خیالات بہت اہم ثابت ہوئے ہیں۔ اس کے ساتھ ہی اس نے اس حقیقت کو بھی تسلیم کیا ہے کہ مرکبات کی ایک بڑی تعداد ان تصورات میں فِٹ نہیں ہوتی۔

4.1.1 آکٹیٹ کا قاعدہ (Octet Rule)

1916 میں کوسل اور لیوس نے ایٹموں کے درمیان کیمیائی اتحاد کا ایک اہم نظریہ پیش کیا ہے جسے کیمیائی بندش کا الیکٹرانی نظریہ کہتے ہیں۔ اس کے مطابق ایک ایٹم دوسرے ایٹم کو گرفتی الیکٹران (Valence Electron) منتقل کر کے (حاصل کر کے یا گنوا کر) اتحاد کر سکتے ہیں یا گرفتی الیکٹرانوں کا ساجھا کر سکتے ہیں تا کہ وہ اپنے گرفتی خول میں آکٹیٹ قائم کر سکیں۔ یہ آکٹیٹ قاعدہ کہلاتا ہے۔

4.1.2 شریک بندش بند (Covalent Bond)

لینگمویر (1919) نے لیوس کے اصول مسلمہ کو بہتر بنانے کے لیے آکٹیٹ کے ساکن مکعبی ترتیب کے تصور کو رد کر کے شریک گرفت بند (Covalent Bond) کی اصطلاح پیش کی۔ لیوس-لینگمویر نظریے کو کلورین کے سالمہ Cl_2 کے بننے کے عمل کے ذریعہ سمجھا جاسکتا ہے۔ Cl ایٹم جس کا الیکٹرانی تشکل $[Ne]3s^23p^5$ ہے آرگن (Ar) کے الیکٹرانی تشکل سے ایک الیکٹران کم ہے۔ کلورین (Cl_2) سالمہ کے بننے کے عمل کو اس طرح سمجھا جاسکتا ہے کہ دو کلورین ایٹم ایک الیکٹران کے جوڑے کا ساجھا کر لیتے ہیں، ہر کلورین ایٹم اس جوڑے کو اپنا ایک الیکٹران دے رہا ہے۔ نتیجہ کے طور پر دونوں کلورین ایٹم اپنے نزدیک ترین نوبل گیس (یعنی آرگن) بیرونی شیل آکٹیٹ حاصل کر لیتے ہیں۔

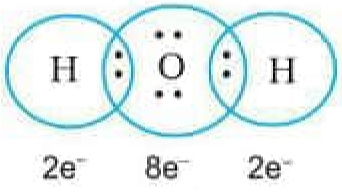


دو کلورین ایٹموں کے درمیان شریک گرفت بند

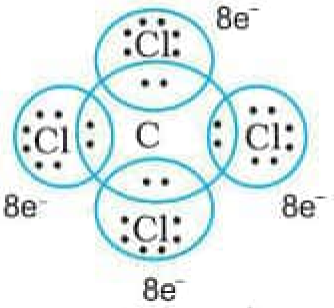
"یہ نقطے الیکٹران کو ظاہر کرتے ہیں۔ اس طرح کی ساخت کو لیوس ڈاٹ ساخت کہا جاتا ہے۔"

لیوس ڈاٹ ساخت دوسرے سالموں کے لیے بھی لکھے جاسکتے ہیں جن میں متحد ہونے والے ایٹم مماثل یا مختلف ہو سکتے ہیں۔ ضروری حالات یہ ہیں کہ:

- ہر ایک بند ایٹموں کے درمیان الیکٹران کے جوڑے میں ساجھے کے نتیجے میں بنتا ہے۔
- متحد ہونے والا ہر ایک ایٹم اس ساجھے کے جوڑے میں کم از کم ایک الیکٹران کی حصہ داری کرتا ہے۔
- الیکٹران کی شرکت کے نتیجے میں متحد ہونے والے ایٹم نوبل گیس کے بیرونی شیل کا تشکل حاصل کر لیتے ہیں۔
- اس طرح پانی اور کاربن ٹیٹرا کلورائیڈ میں شریک گرفت بند کی تشکیل کو مندرجہ ذیل طریقے سے دکھایا جاسکتا ہے۔



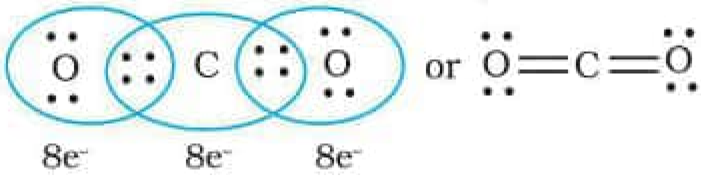
H ایٹم الیکٹران کا ڈوپلیٹ اور O آکٹیٹ اختیار کرتے ہیں۔



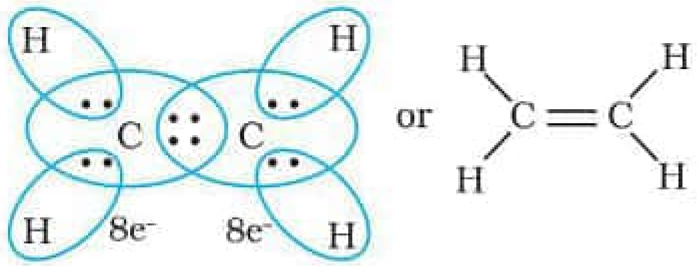
چار Cl ایٹم میں سے ہر ایک Cl اور C ایٹم الیکٹران کا آکٹیٹ اختیار کرتے ہیں۔

"اس طرح جب دو ایٹم اپنے درمیان الیکٹران کے ایک جوڑے میں شرکت کرتے ہیں تو وہ واحد شریک گرفت بند کے ذریعہ جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔" بہت سے مرکبات میں ایٹموں کے درمیان کثیر بند ہوتے ہیں۔ دو ایٹموں کے درمیان ایک الیکٹران جوڑے سے زیادہ کی شرکت سے کثیر بند بنتے ہیں۔ اگر دو ایٹموں کے درمیان دو الیکٹران جوڑے

مشترک ہیں تو ان کے درمیان شریک گرفت بند دوہرا بند (Double Bond) کہلائے گا۔ مثال کے طور پر کاربن ڈائی آکسائڈ کے سالمے میں ہمارے پاس کاربن اور آکسیجن کے درمیان دوہرے بند ہوتے ہیں۔ اسی طرح ایتھین کے سالمے میں دو کاربن ایٹم دوہرے بند کے ذریعہ بندھے ہوئے ہوتے ہیں۔

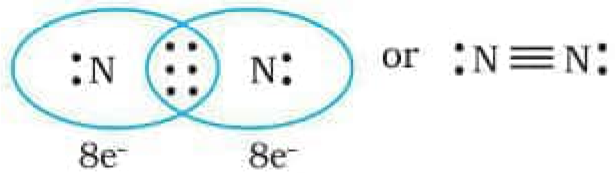


CO_2 سالمے میں دوہرا بند



C_2H_4 سالمہ

جب ساجھا کرنے والے ایٹم تین الیکٹران جوڑوں میں شرکت کرتے ہیں جیسا کہ دو نائٹروجن ایٹم ایک نائٹروجن سالمے میں یا دو کاربن ایٹم ایک ایتھائین کے سالمے میں تو ایک تہرا بند (Triple Bond) بنتا ہے۔



N_2 سالمہ



C_2H_2 سالمہ

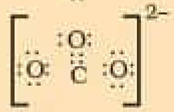
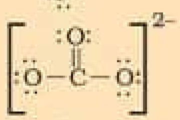
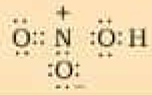
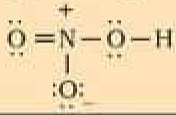
4.1.3 سادہ سالموں کا لیوئس اظہار (لیوئس ساخت)
[Lewis Representation of Simple Molecules (the Lewis Structures)]

لیوئس ڈاٹ ساخت سالموں اور آئینوں میں مشترک الیکٹران جوڑوں اور آکٹیٹ قاعدے کی اصطلاح میں بندش کی تصویر مہیا کرتے ہیں۔ اگرچہ یہ شکل سالمے کی بندش اور خصوصیات کو مکمل طور پر واضح نہ کر سکتی ہو پھر بھی یہ کسی حد تک سالمے کے بننے اور اس کی خصوصیات کو سمجھنے میں مدد کرتی ہے۔ لہٰذا سالمے کا لیوئس ڈاٹ ساخت لکھنا بہت فائدے مند ہوتا ہے۔ مندرجہ ذیل اقدامات کی مدد سے لیوئس ڈاٹ ساخت لکھی جا سکتی ہیں۔

- ساخت لکھنے کے لیے درکار الیکٹرانوں کی کل تعداد کو اتحادی ایٹموں کے گرفتی الیکٹرانوں کو جمع کر کے حاصل کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر CH_4 سالمے میں بندش کے لیے 8 گرفتی الیکٹران دستیاب ہیں (چار کاربن سے اور 4 ہائڈروجن کے چار ایٹموں سے)۔
- این آین کے لیے ہر ایک منفی چارج کا مطلب ہے ایک الیکٹران کا داخل ہونا۔ کیٹ آین کے لیے ہر مثبت چارج کے لیے گرفتی الیکٹرانوں کی کل تعداد میں سے ایک الیکٹران گھٹایا جائے گا۔ مثال کے طور پر CO_3^{2-} آین کے لیے دو منفی چارج کا مطلب ہے تعدیلی ایٹموں کے ذریعے مہیا کیے گئے الیکٹرانوں کے علاوہ دو الیکٹران زائد ہیں۔ NH_3^+ آین کے لیے ایک مثبت چارج کا مطلب ہے کہ تعدیلی ایٹموں کے گروپ میں سے ایک الیکٹران کم ہو گیا۔
- متحد ہونے والے ایٹموں کی کیمیائی علامتیں جانتے ہوئے اور مرکب کے ساختی ڈھانچہ کا علم رکھتے ہوئے (جانتے ہوئے یا اندازہ کرتے ہوئے) الیکٹران کی کل تعداد کو ایٹموں کے درمیان کل بند کے تناسب میں مشترک گرفتی جوڑوں کو تقسیم کرنا آسان ہو جاتا ہے۔
- عام طور پر کسی سالمے/آین میں برق منفی ایٹم مرکزی مقام پر رہتا ہے۔ مثال کے طور پر NF_3 اور CO_3^{2-} میں نائٹروجن اور کاربن مرکزی ایٹم ہیں جبکہ کلورین اور آکسیجن کا مقام سروں پر ہے۔
- اکہرے بند میں مشترک الیکٹران جوڑوں کی تقسیم کے بعد باقی ماندہ الیکٹرانوں کے جوڑے کثیر بندش میں استعمال ہو جاتے ہیں یا تنہا جوڑے (Lone Pair) کی حیثیت سے باقی رہتے ہیں بنیادی ضرورت تو یہ ہے کہ ہر بندشی ایٹم کے پاس آٹھ الیکٹران ہوں۔

جدول 4.1 میں کچھ سالموں/آینوں کے لیوئس نمونے پیش کیے گئے ہیں۔

جدول 4.1 کچھ سالموں کے لیوئس نمونے

سالمے/آئن		لیوئس اظہار
H_2	H : H*	H – H
O_2	:Ö::Ö:	:Ö=Ö:
O_3		
NF_3		
CO_3^{2-}		
HNO_3		

* ہائڈروجن کاھر ایٹ ایٹم، ہیلیم کا تشکل اختیار کرتا ہے۔ (الیکٹرانوں کا ڈپلیٹ)

مسئلہ 4.1

CO کے لیے لیوئس ڈاٹ ساخت لکھیے

حل

قدم 1: کاربن اور آکسیجن ایٹموں کے کُل گرفتی الیکٹرانوں کی تعداد معلوم کیجیے۔ کاربن اور آکسیجن کے باہری (گرفتی) خول تشکل بالترتیب اس طرح ہیں $2s^2\ 2p^2$ اور $2s^2\ 2p^4$۔ دستیاب گرفتی الیکٹران ہیں $4 + 6 = 10$۔

قدم 2: CO کا ساختی ڈھانچہ اس طرح لکھا جائے گا: C O

قدم 3: C اور O کے درمیان اکہری بندش (ایک مشترک الیکٹرانوں کا جوڑا) بنائیے اور O پر آکٹیٹ مکمل کیجیے۔ باقی ماندہ دو الیکٹران C پر تنہا جوڑا ہے۔



یہ کاربن کے آکٹیٹ کو مکمل نہیں کرتی لہٰذا ہمیں C اور O کے درمیان کثیر بندش کی ضرورت ہوتی ہے (اس معاملے میں ایک تہری بندش) یہ دونوں ایٹموں کے لیے آکٹیٹ قاعدے کے اصول کو پورا کرتا ہے۔



مسئلہ 4.2

نائٹرائٹ آین کے لیے لیوئس ساخت بنائیے۔

حل

قدم 1: نائٹروجن ایٹم، آکسیجن ایٹم اور مزید ایک منفی چارج کے لیے کل گرفتی الیکٹرانوں کی تعداد شمار کیجیے۔

$N(2s^2\ 2p^3)$, $O\ (2s^2\ 2p^4)$

$5 + (2 \times 6) + 1 = 18$ الیکٹران

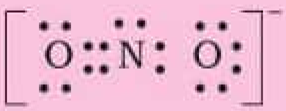
قدم 2: NO_2^- کا ساختی ڈھانچہ اس طرح لکھا جائے گا:

O N O

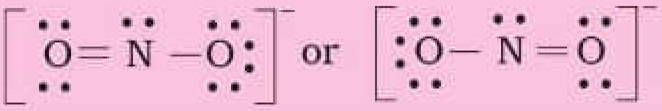
قدم 3: نائٹروجن اور ہر ایک آکسیجن کے درمیان اکہرا بند (ایک مشترک الیکٹران جوڑا) بنائیے کہ آکسیجن ایٹم کا آکٹیٹ مکمل ہو جائے۔ یہ پھر بھی نائٹروجن کے آکٹیٹ کو مکمل نہیں کرے گا اگر باقی دو الیکٹران اس پر تنہا جوڑے کی شکل میں ہوں گے۔



لہٰذا ہمیں نائٹروجن اور ایک آکسیجن کے درمیان کثیر بندش بنانی ہوگی (یہاں دوہری بندش) اس طرح مندرجہ ذیل لیوئس ڈاٹ ساخت حاصل ہوگی۔



or



4.1.4 فارمل چارج (Formal Charge)

لیوئس ڈاٹ ساخت عام طور پر سالموں کی اصل شکل کو ظاہر نہیں کرتے۔ کثیر ایٹمی آینوں میں چارج کُل آین پر ہوتا ہے نہ کہ کسی ایک ایٹم پر۔ لہٰذا یہ ممکن ہے کہ ہر ایک ایٹم کو ایک فارمل چارج دیا جائے۔ ایک کثیر ایٹمی سالمے یا آین میں کسی ایٹم کا فارمل چارج تنہا یا آزاد حالت میں اس ایٹم

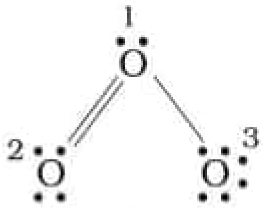
کے گرفتی الیکٹرانوں اور لیوئس ساخت میں اس کو دیے گئے الیکٹرانوں کے فرق کے برابر ہوتا ہے۔ اسے اس طرح ظاہر کرتے ہیں:

لیوئس ساخت میں کسی ایٹم پر فارمل چارج =

[آزاد ایٹم پر گرفتی الیکٹرانوں کی کل تعداد] − [غیر بندشی (تنہا جوڑے) کے الیکٹرانوں کی کل تعداد] − (1/2) [بندشی الیکٹرانوں (مشترک) کی کل تعداد]

یہ شمار اس مفروضے پر کیا جاتا ہے کہ سالمے میں ایٹم ہر ایک مشترک جوڑے میں سے ایک الیکٹران اور تنہا جوڑے کے دونوں الیکٹرانوں کا مالک ہے۔

آیئے اوزون سالمے کو دیکھتے ہیں۔ O_3 کی لیوئس ساخت اس طرح لکھی جاسکتی ہے۔



ایٹموں کو 1، 2 اور 3 عدد دیے گئے ہیں۔

- درمیانی O ایٹم کو 1 عدد دیا گیا ہے

$$= 6 - 2 - \frac{1}{2}(6) = +1$$

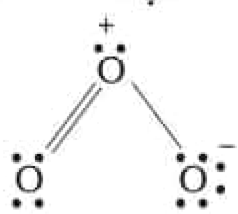
- سرے پر O جسے 2 نشان دیا گیا ہے

$$= 6 - 4 - \frac{1}{2}(4) = 0$$

- سرے پر O جسے 3 نشان دیا گیا ہے

$$= 6 - 6 - \frac{1}{2}(2) = -1$$

لہٰذا ہم O_3 کو اس کے فارمل چارج کے ساتھ اس طرح ظاہر کرتے ہیں:



ہمیں یہ سمجھنا چاہیے کہ فارمل چارج سالمے کے اندر چارج کی علیحدگی کو ظاہر نہیں کرتے۔ لیوئس ساخت میں چارج ظاہر کرنے سے صرف سالمے کے اندر ویلنس الیکٹرانوں کا مقام معلوم کرنے میں مدد ملتی ہے۔ فارمل چارج کسی نوع کی ممکنہ مختلف لیوئس ساختوں میں سے سب سے کم توانائی والی ساخت کو چُننے میں مدد کرتا ہے "عام طور پر سب سے کم توانائی والی ساخت وہ ہوتی ہے جس میں ایٹم کے اوپر سب سے چھوٹے (کم) فارمل چارج ہوں۔ فارمل چارج ایک ایسا عامل ہے جس کی بنیاد بندش کے خالص تصور پر ہوتی ہے جہاں الیکٹران کے جوڑے کا اشتراک آس پاس کے ایٹموں کے مابین مساوی طور پر ہوتا ہے۔

4.1.5 آکٹیٹ قاعدے کی حدود (Limitation of the Octet Rule)

آکٹیٹ قاعدہ اگرچہ مفید ہے پھر بھی آفاقی نہیں ہے۔ زیادہ تر نامیاتی مرکبات کی ساختیں سمجھنے میں یہ کافی مفید ہے اور یہ زیادہ تر دوری جدول کے دوسرے دور کے لیے خاص طور پر استعمال ہوتا ہے۔ آکٹیٹ کلیہ کے تین قسم کے استثنیٰ ہیں۔

مرکزی ایٹم کا نا مکمل آکٹیٹ *(The incomplete octet of the central atom)*

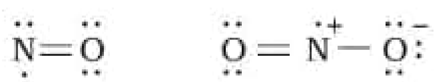
کچھ مرکبات میں مرکزی ایٹم کے گرد الیکٹرانوں کی تعداد آٹھ سے کم ہوتی ہے۔ یہ خاص طور پر ان عناصر کے ساتھ ہوتا ہے جن میں ویلنس الیکٹران کی تعداد چار سے کم ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر LiCl، BeH_2 اور BCl_3 وغیرہ۔

Li : Cl   H : Be : H   Cl : B : Cl (with Cl above B)

Li، Be اور B کے پاس بالترتیب 1، 2 اور 3 گرفتی الیکٹران ہوتے ہیں۔ اس قسم کے کچھ اور مرکبات $AlCl_3$ اور BF_3 ہیں۔

طاق الیکٹران سالمے *(Odd-electron Molecules)*

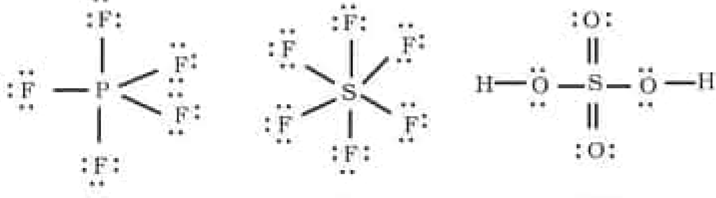
وہ سالمے جن میں الیکٹران کی تعداد طاق ہوتی ہے جیسا کہ نائٹرک آکسائڈ NO اور نائٹروجن ڈائی آکسائڈ NO_2 میں آکٹیٹ قاعدہ تمام ایٹموں کے لیے اطمینان بخش نہیں ہے۔



توسیعی آکٹیٹ (The Expanded Octet)

دوری جدول میں تیسرے دور اور اس کے بعد کے عناصر میں 3s- اور 3p- اربٹل کے علاوہ بندش کے لیے 3d اربٹل بھی دستیاب ہیں۔ ان عناصر کے بہت سے مرکبات میں مرکزی عنصر کے پاس 8 سے زیادہ گرفتی الیکٹران ہوتے ہیں۔ اسے توسیعی آکٹیٹ کہتے ہیں۔ ظاہر ہے کہ ان مثالوں میں آکٹیٹ قاعدہ استعمال نہیں ہوتا۔

ایسے مرکبات کی چند مثالیں PF_5، SF_6، H_2SO_4 اور بہت سے ہم ربط مرکبات (Coordination Compund) ہیں۔

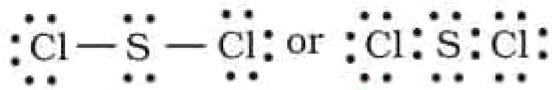


PF_5 — P کے گرد 10 الیکٹران

SF_6 — S کے گرد 12 الیکٹران

H_2SO_4 — S کے گرد 12 الیکٹران

دلچسپ بات یہ ہے کہ، سلفر ایسے بہت سے مرکبات بناتا ہے جن میں آکٹیٹ قاعدہ کا استعمال ہوتا ہے۔ سلفر ڈائی کلورائڈ میں سلفر کے گرد الیکٹرانوں کا آکٹیٹ ہوتا ہے۔



آکٹیٹ نظریے کی دیگر خامیاں (Other Drawbacks of the Octet Theory)

- یہ واضح ہے کہ آکٹیٹ قاعدہ کی بنیاد نوبل گیسوں کی غیر عاملیت ہے۔ تاہم کچھ نوبل گیسیں (مثلاً زینان اور کرپٹان) بھی آکسیجن اور فلورین کے ساتھ مل کر بہت سے مرکبات جیسے XeF_2، KrF_2، $XeOF_2$ وغیرہ بناتی ہیں۔
- یہ نظریہ سالمے کی ساخت کی وضاحت نہیں کرتا۔
- یہ سالموں کے اضافی استحکام کی وضاحت نہیں کرتا اور سالموں کی توانائی کے بارے میں خاموش ہے۔

4.2 آئنی یا برق گرفتی بند (Ionic or Electrovalent Bond)

آئنی بند بننے کے سلسلے میں کوسل اور لیوئس ٹریٹمنٹ سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ بنیادی طور پر آئنی مرکبات بننے کا انحصار مندرجہ ذیل پر ہوگا۔

- تعدیلی ایٹموں سے ان کے مثبت اور منفی آئن بننے میں آسانی؛
- ٹھوس میں مثبت اور منفی آئن کی ترتیب، یعنی قلمی مرکبات کی لیٹس (Lattice)۔

مثبت آئن کے بننے میں آئیونائزیشن شامل ہوتا ہے یعنی ایک تعدیلی ایٹم سے الیکٹران کا خارج ہونا اور منفی آئن کے لیے تعدیلی ایٹم میں الیکٹران کا شامل ہونا۔

$$M(g) \rightarrow M^+(g) + e^- ;$$

آئیونائزیشن اینتھالپی

$$X(g) + e^- \rightarrow X^-(g) ;$$

الیکٹران گین اینتھالپی

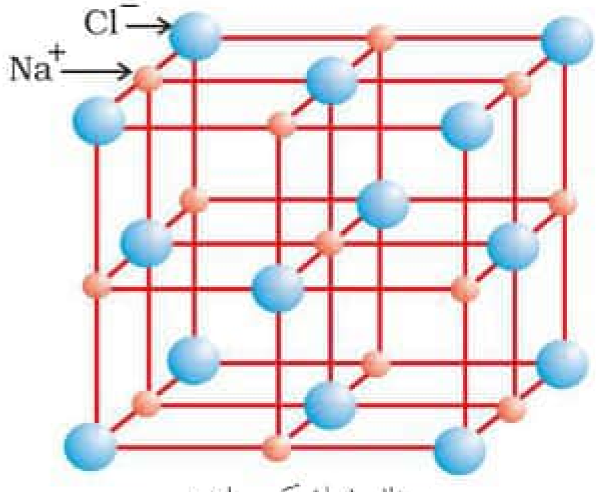
$$M^+(g) + X^-(g) \rightarrow MX(s)$$

الیکٹران گین اینتھالپی، $\Delta_{eg}H$ اینتھالپی کی وہ تبدیلی (اکائی 3) ہوتی ہے کہ جب گیسی حالت میں ایٹم اپنی گراؤنڈ اسٹیٹ میں ایک الیکٹران حاصل کرتا ہے۔ الیکٹران گین کا عمل حرارت زا (Exothermic) ہوسکتا ہے۔ آئیونائزیشن، دوسری طرف، صرف حرارت خور (Endothermic) ہوتا ہے۔ الیکٹران ایفینیٹی الیکٹران گین کے ساتھ شامل منفی توانائی تبدیل ہوتی ہے۔

"ظاہر ہے کہ آئنی بندش ان عناصر میں زیادہ آسانی سے ہوگی جن کی آئیونائزیشن اینتھالپی نسبتاً کم ہوگی اور وہ عناصر جن کی الیکٹران گین اینتھالپی کی منفی قدر نسبتاً زیادہ ہوگی۔

زیادہ تر آئنی مرکبات میں مثبت آئن دھاتی عناصر سے اور منفی آئن غیر دھاتی عناصر سے حاصل ہوتے ہیں۔ امونیم آئن (دو غیر دھاتی عناصر سے مل کر بنتا ہے) ایک استثنٰی ہے۔ یہ بہت سے آئنی مرکبات کے کیٹ آئن بناتا ہے۔

قلمی حالت میں آئنی مرکبات میں کیٹ آئن اور این آئن آپس میں کولمبی باہمی عمل توانائیوں (Coulombic Interation Energies) کے ذریعہ جُڑ کر سہ ابعادی ترتیب میں پائے جاتے ہیں۔ یہ مرکبات مختلف قلمی ساختوں میں کرسٹلائز ہوتے ہیں جس کا انحصار آئن کے سائز، پیکنگ کی ترتیب اور دوسرے عوامل پر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر، NaCl، سوڈیم کلورائڈ کا قلمی ڈھانچہ نیچے دکھایا گیا ہے۔



جنائی نمک کی ساخت

آینی ٹھوس میں الیکٹران گین اینتھالپی اور آئیونائزیشن اینتھالپی کی کُل مقدار مثبت ہو سکتی ہے لیکن قلمی ساخت کرسٹل لیٹس بننے کے دوران خارج ہونے والی توانائی کی وجہ سے ہی مستحکم ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر Na(g) سے Na^+(g) بننے کے دوران آئیونائزیشن اینتھالپی 495.8 kJ mol^{-1} ہوتی ہے؛ جبکہ $Cl\ (g) + e^- \rightarrow Cl^-(g)$ تبدیلی کے لیے الیکٹران گین اینتھالپی صرف $-348.7\ kJ\ mol^{-1}$ ہی ہے۔ دونوں کی کُل توانائی $147.1\ kJ\ mol^{-1}$، NaCl(s) کی لیٹس تشکیل کی اینتھالپی $(-788\ kJ\ mol^{-1})$ سے کہیں زیادہ ہے۔ لہٰذا اس عمل میں خارج ہونے والی توانائی جذب ہونے والی توانائی سے زیادہ ہے۔ لہٰذا ایک آینی مرکب لیٹس استحکام کے لیے کیفیتی پیمائش اس کی لیٹس تشکیل کی اینتھالپی کے ذریعہ فراہم کیے جاتے ہیں نہ کہ صرف گیسی حالت میں آینی انواع کے گرد الیکٹرانوں کے آکٹیٹ حاصل کرکے۔

چونکہ لیٹس اینتھالپی آینی مرکبات کی تشکیل میں اہم کردار ادا کرتی ہے، یہ ضروری ہے کہ ہم اس کے بارے میں مزید معلومات حاصل کریں۔

4.2.1 لیٹس اینتھالپی (Lattice Enthalpy)

کسی آینی ٹھوس کی لیٹس اینتھالپی کی تعریف اس توانائی کی شکل میں کی جاتی ہے جو ایک مول ٹھوس آینی مرکب کو اس کے گیسی آینوں میں مکمل طور پر علیحدہ کرنے کے لیے درکار ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر NaCl کی لیٹس اینتھالپی $788\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ ایک مول ٹھوس NaCl کو ایک مول Na^+(g) اور ایک مول Cl^-(g) کو لامتناہی فاصلے تک علیحدہ کرنے کے لیے 788 kJ توانائی کی ضرورت ہوتی ہے۔

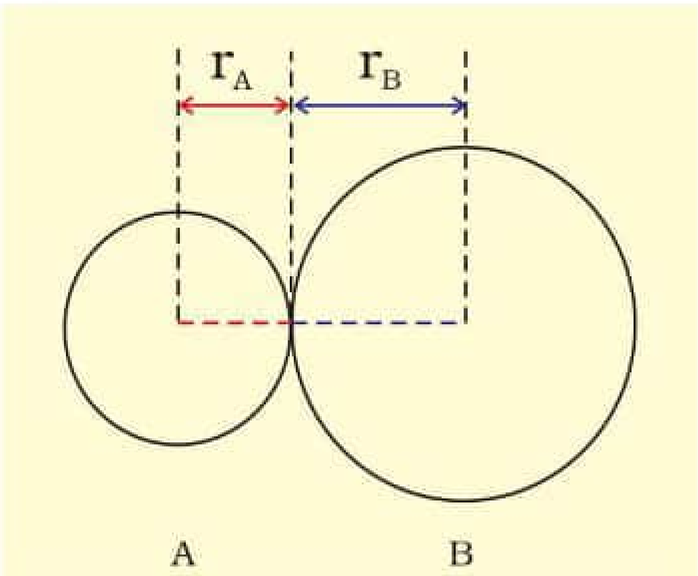
اس عمل میں مخالف چارج والے آین کے درمیان قوت کشش اور یکساں چارج والے آینوں کے درمیان دافع قوت شامل ہوتی ہے۔ چونکہ ٹھوس قلم سہ ابعادی ہوتے ہیں اس لیے یہ ممکن نہیں ہوتا کہ لیٹس کی اینتھالپی براہ راست قوتِ کشش اور دافع قوت کے باہمی عمل سے معلوم کی جاسکے۔ کرسٹل جیومیٹری سے تعلق رکھنے والے عوامل کو بھی اس میں شامل کرنا پڑے گا۔

4.3 بندشی پیرامیٹر (Bond Parameters)

4.3.1 بندشی لمبائی (Bond Length)

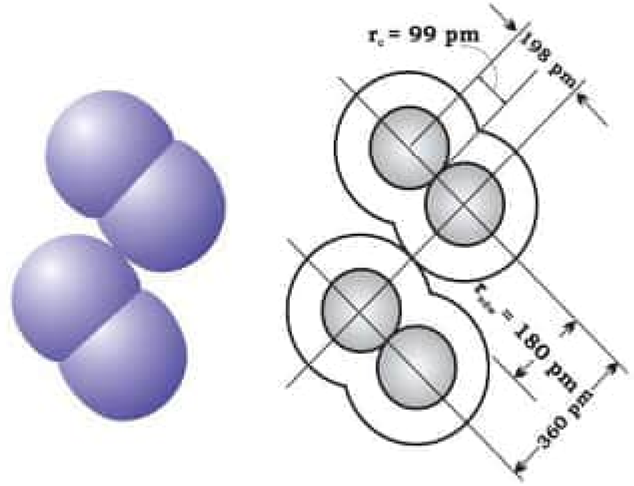
ایک سالمے میں بندھے ہوئے دو ایٹموں کے مرکزوں کے درمیان توازنی فاصلہ بندشی لمبائی کہلاتا ہے۔ بندشی لمبائی کی پیمائش اسپیکٹرواسکوپی، ایکسرے ڈیفریکشن اور الیکٹران ڈیفریکشن کے طریقوں سے کی جاتی ہے جس کے بارے میں آپ اعلیٰ جماعتوں میں پڑھیں گے۔ بندشی جوڑے کا ہر ایک ایٹم بندشی لمبائی میں شریک ہوتا ہے (شکل 4.1)۔ شریک گرفت بندش میں ہر ایک ایٹم کا تعاون اس ایٹم کا شریک گرفت نصف قطر (Covalent Radius) کہلاتا ہے۔

شریک گرفت نصف قطر کی پیمائش اندازاً ایک ایٹم کے مرکز کا نصف قطر ہوتی ہے جو بندشی حالت میں برابر والے ایٹم کے مرکز کے تعلق میں ہوتا ہے۔ شریک گرفت نصف قطر ایک ہی سالمے میں شریک گرفت بند سے بندھے ہوئے دو یکساں ایٹموں کے درمیانی فاصلے کا نصف حصہ ہوتا ہے۔



شکل 4.1 شریک گرفت سالمے AB میں بندشی لمبائی
$R = r_A + r_B$ (R بندشی لمبائی ہے اور r_A اور r_B ایٹم A اور B کے شریک بندش نصف قطر ہیں)

ون ڈر والز نصف قطر ایٹم کے پورے سائز کو ظاہر کرتا ہے جس میں غیر بندشی حالت میں ان کا گرفتی خول شامل ہوتا ہے۔ مزید، وَن ڈر والز نصف قطر اس فاصلے کا آدھا حصّہ ہوتا ہے جو ایک ٹھوس کے علیحدہ سالموں میں یکساں ایٹموں کے درمیان ہوتا ہے۔ شکل 4.2 میں کلورین کے شریک گرفت اور وَن ڈر والز نصف قطر دکھائے گئے ہیں۔



شکل 4.2 کلورین سالمے میں شریک گرفت اور وَن ڈر والز نصف قطر اندرونی دائرے کلورین ایٹم کے سائز کے مطابق ہیں (r_{vdw} اور r_c بالترتیب وَنڈروالز اور شریک گرفت نصف قطر ہیں)

جدول 4.2 میں کچھ عام اکہرے، دوہرے اور تہرے بند کی اوسط بندشی لمبائیاں دکھائی گئی ہیں۔ کچھ عام سالموں کی بندشی لمبائیاں جدول 4.3 میں دکھائی گئی ہیں۔ جدول 4.4 میں کچھ عام عناصر کے شریک گرفت نصف قطر دکھائے گئے ہیں۔

4.3.2 بندشی زاویہ (Bond Angle)

اس کی تعریف اس زاویہ کی طرح کی جاتی ہے جو کسی سالمے/پیچیدہ آین کے مرکزی ایٹم اور بندشی الیکٹران کا جوڑا رکھنے والے ارِبٹل کے درمیان ہوتا ہے۔ بندشی زاویے کو ڈگری میں ظاہر کرتے ہیں جو اسپکٹروسکوپک طریقوں سے تجرباتی طور پر معلوم کیے جاسکتے ہیں۔ یہ ہمیں کسی سالمے/پیچیدہ آین میں مرکزی ایٹم کے گرد ارِبٹل کی تقسیم کا اندازہ فراہم کرتے ہیں جس کی مدد سے ہمیں اس کی ساخت کا تعین کرنے میں مدد ملتی ہے۔ مثال کے طور پر پانی میں H–O–H میں بندشی زاویہ کو مندرجہ ذیل طریقہ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔



جدول 4.2 کچھ اکہرے، دوہرے اور تہرے بند کی اوسط بندشی لمبائیاں

بند کی قسم	شریک بندش بندشی لمبائی (pm)
O–H	96
C–H	107
N–O	136
C–O	143
C–N	143
C–C	154
C=O	121
N=O	122
C=C	133
C=N	138
C≡N	116
C≡C	120

جدول 4.3 عام سالموں میں بندشی لمبائیاں

سالمہ	بندشی لمبائی (pm)
H_2 (H – H)	74
F_2 (F – F)	144
Cl_2 (Cl – Cl)	199
Br_2 (Br – Br)	228
I_2 (I – I)	267
N_2 (N ≡ N)	109
O_2 (O = O)	121
HF (H – F)	92
HCl (H – Cl)	127
HBr (H – Br)	141
HI (H – I)	160

جدول 4.4 شریک بندش نصف قطر r_{cov}/(pm)*

H	37						
C	77(1)	N	74 (1)	O	66(1)	F	64
	67 (2)		65(2)		57 (2)	Cl	99
	60(3)		55(3)				
		P	110	S	104(1)	Br	114
					95(2)		
		As	121	Se	104	I	133
		Sb	141	Te	137		

* قیمتیں اکہرے بند کے لیے دی گئی ہیں، سوائے ان کے جہاں قوسین میں قیمت دی گئی ہے۔ (دوری رجحان کے لیے اکائی 3 بھی دیکھیے)

4.3.3 بانڈ اینتھالپی (Bond Enthalpy)

اس کی تعریف اس توانائی کی مقدار کی شکل میں کی جاتی ہے جو گیسی حالت میں دو ایٹموں کے درمیان ایک مخصوص قسم کے 1 مول کو توڑنے میں خرچ ہوتی ہے۔ بانڈ اینتھالپی کی اکائی $kJ\ mol^{-1}$ ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ہائڈروجن سالمے میں H–H بانڈ اینتھالپی $435.8\ kJ\ mol^{-1}$ ہوتی ہے۔

$$H_2(g) \rightarrow H(g) + H(g);\ \Delta_a H^\ominus = 435.8\ kJ\ mol^{-1}$$

اسی طرح ان سالموں میں جن میں کثیر بند ہوتے ہیں مثلاً O_2 اور N_2، میں بانڈ اینتھالپی اس طرح ہوگی:

$$O_2\ (O = O)\ (g) \rightarrow O(g) + O(g);\quad \Delta_a H^\ominus = 498\ kJ\ mol^{-1}$$

$$N_2\ (N \equiv N)\ (g) \rightarrow N(g) + N(g);\quad \Delta_a H^\ominus = 946.0\ kJ\ mol^{-1}$$

یہ بات اہم ہے کہ بندشی افتراق اینتھالپی (Bond Dissociation Anthalpy) جتنی زیادہ ہوگی، اتنا ہی مضبوط بند سالمے میں ہوگا۔ ایک ہیٹرو نیوکلیئر ڈائی اٹامک مالیکیول (Heteronuclear Diatomic Molecule) جیسے HCl کے لیے

$$HCl\ (g) \rightarrow H(g) + Cl\ (g);\ \Delta_a H^\ominus = 431.0\ kJ\ mol^{-1}$$

کثیر ایٹمی سالموں میں بندشی توانائی کی پیمائش زیادہ پیچیدہ ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر H_2O سالمے میں دو O – H بند کو توڑنے میں یکساں توانائی کی ضرورت نہیں ہوتی۔

$$H_2O(g) \rightarrow H(g) + OH(g);\ \Delta_a H_1^\ominus = 502\ kJ\ mol^{-1}$$

$$OH(g) \rightarrow H(g) + O(g);\ \Delta_a H_2^\ominus = 427\ kJ\ mol^{-1}$$

$\Delta_a H^\ominus$ کی قیمتوں کا فرق بتاتا ہے کہ دوسرے O – H بند میں کیمیائی ماحول تبدیل ہونے کی وجہ سے کچھ تبدیلی آجاتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ مختلف سالموں جیسے C_2H_5OH (Ethanol) اور پانی کے سالموں میں یکساں O – H بند کے لیے توانائی میں فرق پایا جاتا ہے۔ لہٰذا کثیر ایٹمی سالموں میں اوسط بانڈ اینتھالپی (Average Bond Enthalpy) کی اصطلاح استعمال کی جاتی ہے۔ اسے حاصل کرنے کے لیے کل بندشی افتراق اینتھالپی کی اصطلاح استعمال کی جاتی ہے۔ اسے حاصل کرنے کے لیے کل بندشی افتراق انتھالپی کو ٹوٹنے والے بند کی تعداد سے تقسیم کر دیتے ہیں۔ جیسا کہ پانی کے سالمے کے لیے مندرجہ ذیل طریقہ میں سمجھایا گیا ہے۔

$$\text{اوسط بانڈ اینتھالپی} = \frac{502 + 427}{2} = 465.5\ kJ\ mol^{-1}$$

4.3.4 بانڈ آرڈر (Bond Order)

شریک گرفت بند کے لیوئس کے بیان میں بانڈ آرڈر ایک سالمہ میں دو ایٹموں کے درمیان بند کی تعداد کی شکل میں دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر H_2 (جس میں مشترک الیکٹران جوڑا ایک ہے)، O_2 میں (جس میں مشترک الیکٹران جوڑے دو ہیں) اور N_2 میں (جس میں مشترک الیکٹران جوڑے تین ہیں) بانڈ آرڈر بالترتیب 1، 2 اور 3 ہوگا۔ اسی طرح CO میں (C اور O کے درمیان مشترک الیکٹران کے تین جوڑے) میں بانڈ آرڈر 3 ہوگا۔ N_2 کے لیے بانڈ آرڈر 3 ہوگا اور اس کی $\Delta_a H^\ominus$، 946 $kJ\ mol^{-1}$ ہے جو ایک دو ایٹمی سالمہ کے لیے سب سے زیادہ ہوتی ہے۔

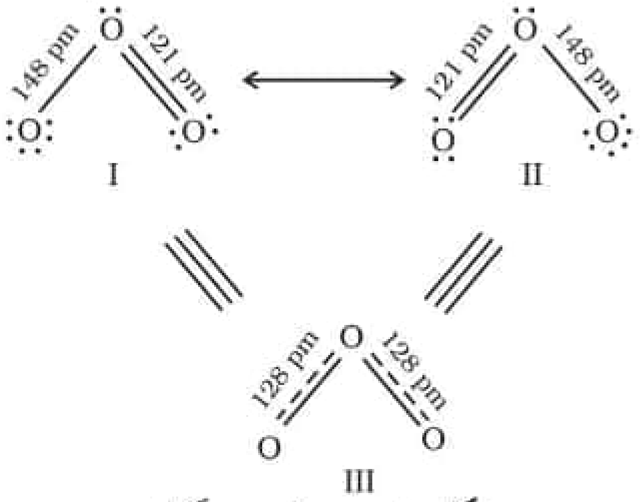
آئسو الیکٹرانی سالموں اور آین میں بانڈ آرڈر مماثل ہوتے ہیں۔ **مثال کے طور پر F_2 اور O_2^{2-} کے بانڈ آرڈر 1 ہیں اور N_2، CO، NO^+ کے بانڈ آرڈر 3 ہوتے ہیں۔**

''سالموں کے استحکام کو سمجھنے کے لیے ایک عام ربط یہ ہے کہ: بانڈ آرڈر بڑھنے کے ساتھ بندشی اینتھالپی بڑھتی ہے اور بندشی لمبائی گھٹتی ہے۔''

4.3.5 گمک ساختیں (Resonance Structures)

کبھی کبھی یہ دیکھا گیا ہے کہ واحد لیوئس ساخت کسی سالمے کے اظہار میں اس کے تجرباتی طور پر متعین کیے گئے پیرامیٹر سے مطابقت رکھنے میں ناکافی ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر، اوزون، O_3 سالمے کو ساخت I اور ساخت II دونوں طرح سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

دونوں ساختوں میں ایک O – O اکہرا بند اور ایک O = O دوہرا بند ہے۔ عام طور پر O–O اور O=O بندشی لمبائیاں بالترتیب 148 pm اور 121 pm ہوتی ہیں۔ تجرباتی طور پر معلوم کی گئی O – O بندشی لمبائیاں O_3 میں برابر ہوتی ہیں (128 pm)۔ لہٰذا O_3 سالمے میں O–O بند اکہرے اور دوہرے بند کے درمیان ہوتے ہیں۔ ظاہر ہے کہ انہیں مندرجہ بالا دونوں لیوئس ساختوں میں سے کسی کے ذریعہ نہیں دکھایا جاسکتا۔



شکل 4.3 O_3 سالمے میں گمک

(ساخت I اور ساخت II مستند (Cononical) اشکال کا اظہار کرتی ہیں اور ساخت III اس کی گمک مخلوط ہے)

O_3 جیسے سالموں کی صحیح ساخت کے اظہار میں آنے والی دشواریوں سے نپٹنے کے لیے ہی گمک کا تصور پیش کیا گیا ہے ''گمک کے تصور کے مطابق جب کبھی بھی کوئی ایک لیوئس ساخت کسی سالمے کی ساخت کو صحیح طور پر ظاہر نہیں کر سکے گی تو بہت سی ساختیں جو توانائی، مرکزوں کے مقام، الیکٹرانوں کے بندشی اور غیر بندشی جوڑے میں یکساں ہوں گی تو انہیں مخلوط کی مستند ساختوں کے طور پر لیا جائے گا جو سالمے کی ساخت کو بالکل صحیح طور پر ظاہر کریں گی''۔ لہٰذا O_3 کے لیے مندرجہ بالا دو ساختیں مستند یا گمک ساختیں بناتی ہیں اور ان کا مخلوط یعنی III ساخت O_3 کی ساخت کو زیادہ صحیح طور پر ظاہر کرتی ہے۔ اس کو 'گمک مخلوط' (Resonance Hybrid) بھی کہتے ہیں۔ گمک کو دوسروں والے تیر سے ظاہر کرتے ہیں۔

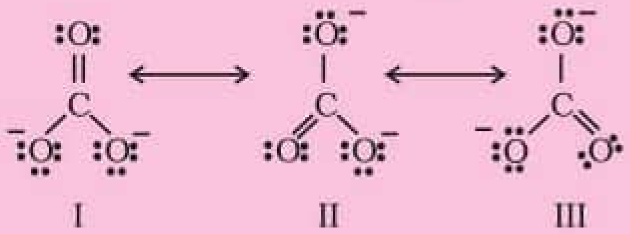
کاربونیٹ آین اور کاربن ڈائی آکسائڈ کے سالمے گمک ساختوں کی کچھ اور مثالیں ہیں۔

مسئلہ 4.3

گمک کی اصطلاح میں CO_3^{2-} آین کی وضاحت کیجیے۔

حل

کاربن اور آکسیجن کے درمیان دو اکہرے بند اور ایک دوہرے بند پر منحصر واحد لیوئس ساخت سالمے کو ظاہر کرنے کے لیے ناکافی ہے کیونکہ وہ غیر مساوی بندش کو ظاہر کرتا ہے۔ تجربات کی بنیاد پر نتائج کے مطابق CO_3^{2-} کے تمام بند مساوی ہیں۔ لہٰذا کاربونیٹ آین کو مستند اشکال I، II اور III کے گمک مخلوط کی شکل میں مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جا سکتا ہے۔



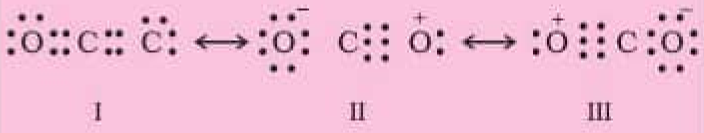
شکل 4.4 CO_3^{2-} میں گمک I، II اور III تین مستند اشکال دکھاتے ہیں۔

مسئلہ 4.4

CO_2 سالمے کی ساخت کی وضاحت کیجیے۔

حل

CO_2 میں کاربن اور آکسیجن کے درمیان بندشی لمبائی تجرباتی طور پر 115 pm معلوم کی گئی ہے۔ کاربن اور آکسیجن کے درمیان دوہرا بند (C = O) اور کاربن اور آکسیجن کے درمیان تہرے بند (C ≡ O) کی لمبائی عام طور پر بالترتیب 121 pm اور 110 pm ہوتی ہے۔ CO_2 میں کاربن اور آکسیجن کے درمیان بندشی لمبائی 115 pm، C = O اور C ≡ O کی قیمتوں کے درمیان ہے۔ ظاہر ہے کہ ایک واحد لیوئس ساخت اس صورت حال کو ظاہر نہیں کر سکتا اور یہ لازمی ہو جاتا ہے کہ ایک سے زیادہ لیوئس ساختیں لکھی جائیں اور یہ خیال کیا جائے کہ CO_2 کی ساخت، مستند یا گمک اشکال I، II اور III کے مخلوط کی شکل میں زیادہ صحیح طور پر دکھائی جا سکتی ہے۔



شکل 4.5 CO_2 سالمے میں گمک I، II اور III مستند اشکال دکھاتی ہیں

عمومی طور پر کہا جا سکتا ہے

- گمک سالمے کو مستحکم کر دیتا ہے کیونکہ گمک مخلوط کی توانائی کسی بھی ایک مستند ساخت سے کم ہوتی ہے؛ اور

• گمک بندش کی خصوصیات بحیثیت کل اوسط کر دیتا ہے۔

لہٰذا O_3 مخلوط گمک کی توانائی اس کی دو مستند اشکال I اور II (شکل 4.3) سے کم ہوتی ہے۔

گمک سے متعلق کچھ غلط فہمیاں ہیں جن کو دور کرنا لازمی ہے۔ آپ کو یاد رکھنا چاہیے کہ:

• مستند اشکال کی کوئی حقیقت نہیں ہوتی۔
• کوئی سالمہ ایک لمحہ کے لیے ایک مستند شکل اور دوسرے لمحے میں دوسری مستند شکل میں نہیں پایا جاتا۔
• مستند اشکال کے درمیان ایسا کوئی توازن نہیں ہوتا جیسے کہ ٹوٹو میرزم میں ٹوٹو میرک (کیٹو اور اینول) شکلوں میں دیکھتے ہیں۔
• سالمے کی ایک ہی ساخت ہوتی ہے جو مستند اشکال کی گمک مخلوط ہوتی ہے اور جسے ایک لیوس ساخت سے ظاہر نہیں کیا جاسکتا۔

4.3.6 بند کی قطبیت (Polarity of Bonds)

سو فیصد آینی یا شریک گرفت بندش کا وجود ایک مثالی صورت حال ہے۔ حقیقت میں کوئی بھی بندش پوری طرح سے آینی یا شریک بندش نہیں ہوتی۔ یہاں تک کہ ہائڈروجن کے دو ایٹموں کے درمیان شریک گرفت بندش میں کچھ آینی خصوصیت بھی ہوتی ہے۔

جب دو یکساں ایٹموں مثال کے طور پر H_2، O_2، Cl_2، N_2 یا F_2 کے درمیان شریک گرفت بندش ہوتی ہے۔ تو مشترک الیکٹرانوں کے جوڑے پر دونوں ایٹموں کے ذریعہ برابر کی کشش ہوتی ہے۔ نتیجہ کے طور پر الیکٹران جوڑا مماثل مرکزوں کے عین درمیان ہوتا ہے۔ اس طرح سے بننے والا بند غیر قطبی شریک گرفت بند کہلاتی ہے۔ اس کے برخلاف غیر متجانس مرکزی سالموں (Heteronuclear Molecule) جیسے HF میں دو ایٹموں کے درمیان مشترک الیکٹرانوں کا جوڑا فلورین کی سمت جھک جاتا ہے کیونکہ فلورین کی الیکٹران منفیت ہائڈروجن کے مقابلے میں بہت زیادہ ہوتی ہے (اکائی 3)۔ حاصل شدہ شریک گرفت بند قطبی شریک گرفت بند ہے۔

قطبیت کی وجہ سے سالموں میں ڈائپول مومنٹ (Dipole Moment) ہوتا ہے (جیسا کہ ذیل میں ظاہر کیا گیا ہے) جس کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ یہ مثبت اور منفی چارج کے مرکز کے درمیانی فاصلے اور چارج کی قدر کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔ اس کو یونانی حرف 'μ' (میو) سے ظاہر کرتے ہیں۔ ریاضیاتی طور پر اسے مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کرتے ہیں۔

چارج (Q) × علیحدگی کا فاصلہ (r) = (μ) ڈائپول مومنٹ

ڈائپول مومنٹ کو عام طور پر ڈِبائی اکائی (D) سے ظاہر کرتے ہیں۔ کنورژن فیکٹر مندرجہ ذیل ہے:

$$1\ D = 3.33564 \times 10^{-30}\ C\ m$$

جہاں C کولمب اور m میٹر ہے۔

مزید یہ کہ ڈائپول مومنٹ ایک ویکٹر ہے اور اسے ایک چھوٹے سے تیر کے ذریعہ ظاہر کرتے ہیں جس کی دُم منفی مرکز کی طرف اور سَر مثبت مرکز کی طرف ہوتا ہے۔ لیکن کیمیا میں ڈائپول مومنٹ کی موجودگی کو صلیبی تیر (⟼) کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے جو سالمے کی لیوس ساخت کے اوپر ہوتا ہے۔ اس کا صلیب مثبت جانب جب کہ سر منفی جانب ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر HF کے ڈائپول مومنٹ کو اس طرح ظاہر کرتے ہیں:

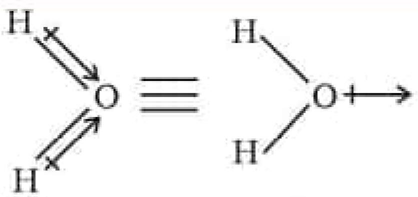
$$\overset{\longmapsto}{\mathrm{H - \ddot{F}:}}$$

یہ تیر سالمے میں الیکٹران کی کثافت میں تبدیلی کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔ نوٹ کیجیے کہ صلیبی تیر کی سمت ڈائپول مومنٹ کی روایتی سمت کے مخالف ہے۔

کثیر ایٹمی سالموں میں ڈائپول مومنٹ نہ صرف بندشوں کے منفرد ڈائپول مومنٹ، جس کو بانڈ ڈائپول (Bond Dipole) بھی کہتے ہیں، پر منحصر ہوتا ہے بلکہ سالمے میں مختلف بندشوں کے مکانی تنظیم پر بھی منحصر ہوتا ہے۔ ایسی حالت میں سالمے کے ڈائپول مومنٹ مختلف بند کے ڈائپول مومنٹ کا ویکٹر حاصل جمع ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر H_2O کا سالمہ جس کی ساخت خمیدہ ہوتی ہے O–H کے دو بندوں کے درمیان 104.5° کا زاویہ ہوتا ہے۔ 6.17×10^{-30} C m کا کل ڈائپول (1D = 3.33564×10^{-30} Cm) دو OH بند کے ڈائپول مومنٹ کا حاصل ہوتا ہے۔



پیٹر ڈبائی، ڈچ کیمیادان جسے 1936 میں ایکسرے ڈیفریکشن اور ڈائی پول مومنٹ میں اپنے کام پر نوبل انعام ملا تھا۔ ان کے اعزاز میں ڈائپول مومنٹ کی مقدار ڈبائی اکائی میں ظاہر کی جاتی ہے۔



(a) بند ڈائپول — (b) حاصل بند ڈائپول

کل ڈائپول مومنٹ $\mu = 1.85\ D$

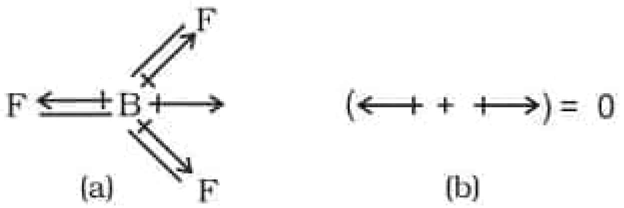
$1.85 \times 3.33564 \times 10^{-30}\ C\ m = 6.17 \times 10^{-30}\ C\ m$

BeF_2 میں ڈائپول مومنٹ صفر کے برابر ہوتا ہے۔ یہ اس وجہ سے کہ دو مساوی بند ڈائپول نقطے مخالف سمت میں ہوتے ہیں ایک دوسرے کے اثر کو ختم کر دیتے ہیں۔



BeF_2 میں ڈائپول مومنٹ — BeF_2 میں کُل ڈائپول مومنٹ

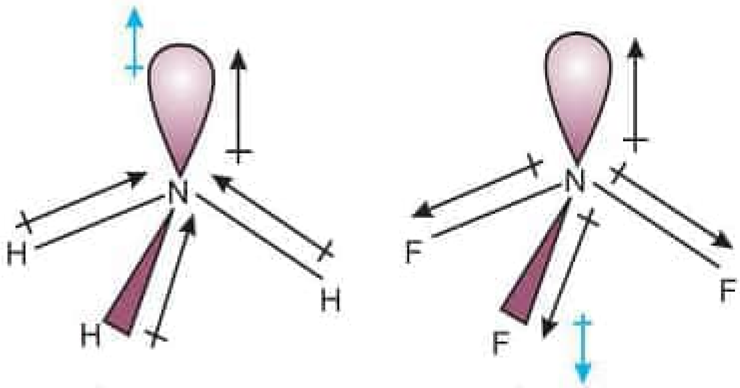
ٹیٹرا ایٹمی سالموں جیسے BF_3 میں، ڈائپول مومنٹ صفر ہوتا ہے حالانکہ B – F بند ایک دوسرے سے 120° پر ہوتے ہیں۔ تین بانڈ مومنٹ کا کل مجموعہ صفر ہوتا ہے کیونکہ کوئی بھی دو حاصل کا تیسرے کے مخالف اور مساوی ہوتا ہے۔



BF_3 سالمہ: (a) ڈائپول مومنٹ، (b) کل ڈائپول مومنٹ کو ظاہر کرتے ہوئے

آیئے ہم NH_3 اور NF_3 کے دلچسپ کیس کا مطالعہ کرتے ہیں۔ دونوں سالموں کی شکل پائیرامڈل ہے جس میں نائٹروجن ایٹم کے اوپر ایک الیکٹران کا تنہا جوڑا ہے۔ حالانکہ کلورین، نائٹروجن سے زیادہ الیکٹرونگیٹو ہے NH_3 کا حاصل ڈائپول مومنٹ $(4.90 \times 10^{-30}\ C\ m)$ NF_3 سے زیادہ ہے $(0.8 \times 10^{-30}\ C\ m)$۔ یہ اس وجہ سے ہے کہ NH_3 میں تنہا جوڑے کی وجہ سے اربٹل ڈائپول اسی سمت میں ہے جس سمت میں N – H بانڈ کا حاصل ڈائپول مومنٹ ہے، جبکہ NF_3 میں اربٹل ڈائپول $N – F_3$ بانڈ کے حاصل ڈائپول مومنٹ کی مخالف سمت میں ہے۔ تنہا جوڑے کی وجہ سے ڈائپول مومنٹ N – F کے حاصل مومنٹ کے اثر کو زائل کر دیتا ہے جس کی وجہ NF_3 کا ڈائپول مومنٹ کم ہوتا ہے۔ جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے۔

کچھ سالموں کے ڈائپول مومنٹ جدول 4.5 میں دکھائے گئے ہیں۔



NF_3 میں حاصل ڈائپول مومنٹ $= 0.80 \times 10^{-30}\ C\ m$ — NH_3 میں حاصل ڈائپول مومنٹ $= 4.90 \times 10^{-30}\ C\ m$

جیسا کہ تمام شریک گرفت بند میں جزوی آینی خصوصیت ہوتی ہے۔ آینی بند میں بھی جزوی شریک گرفت خصوصیت ہوتی ہے۔ آینی بند کی جزوی شریک گرفت خصوصیت کو فاجان نے مندرجہ ذیل اصول کی شکل میں بیان کیا ہے۔

- کیٹ آین کا سائز جتنا چھوٹا اور این آین کا سائز جتنا بڑا ہوگا آینی بند کا شریک گرفتی کردار اتنا ہی زیادہ ہوگا۔
- کیٹ آین پر جتنا زیادہ چارج ہوگا۔ آینی بند کی شریک گرفت خصوصیت اتنی ہی زیادہ ہوگی۔
- یکساں سائز اور چارج والے کیٹ آین میں جس کا الیکٹرانی تشکل عام عبوری دھات کی طرح $(n-1)\ d^n ns^o$ ہوگا اس سے وہ زیادہ قطبی ہوگا جس کا الیکٹرانی تشکل نوبل گیس $ns^2\ np^6$، خاص قلوی اور قلوی ارضی دھاتوں کے دھاتی کیٹ آین کی طرح ہوگا۔

کیٹ آین الیکٹرانی چارج کو اپنی سمت کھینچ کر این آین کی تقطیب کرتا ہے اور اس طرح دونوں کے درمیان الیکٹرانی چارج بڑھ جاتا ہے۔ بالکل یہی شریک گرفت بند میں ہوتا ہے۔ یعنی نیوکلیس کے درمیان الیکٹرانی چارج کثافت بڑھ جاتی ہے۔ کیٹ آین کی تقطیب کی صلاحیت، این آین کی تقطیب کی صلاحیت اور این آین کے مسخ آین سازی ہونے کی حد وہ عوامل ہیں جو آینی بند کی فی صد شریک گرفت خصوصیت کا تعین کرتے ہیں۔

4.4 ویلنس شیل الیکٹران پیئر ریپلشن تھیوری (VSEPR)

جیسا کہ پہلے وضاحت کی جا چکی ہے، لیوئس کا نظریہ سالموں کی ساخت کی وضاحت کرنے میں ناکام رہا ہے۔ یہ نظریہ شریک گرفت سالموں کی شکل کی پیشین گوئی کا آسان طریقہ فراہم کرتا ہے۔ سِڈوک اور پاول نے

جدول 4.5 کچھ چندہ سالمات کے ڈائپول مومنٹ

سالمے کی قسم	مثال	ڈائپول مومنٹ μ(D)	جیومیٹری
سالمہ (AB)			
	HF	1.78	خطّی (Linear)
	HCl	1.07	خطّی (Linear)
	HBr	0.79	خطّی (Linear)
	HI	0.38	خطّی (Linear)
	H_2	0	خطّی (Linear)
سالمہ (AB_2)			
	H_2O	1.85	خمیدہ (Bent)
	H_2S	0.95	خمیدہ (Bent)
	CO_2	0	خطّی (linear)
سالمہ (AB_3)			
	NH_3	1.47	ٹرائی گونل پائیرامڈل (Trigonal-pyramidal)
	NF_3	0.23	ٹرائی گونل پائیرامڈل (Trigonal-pyramidal)
	BF_3	0	ٹرائی گونل پلینر (Trigonal-planar)
سالمہ (AB_4)			
	CH_4	0	ٹیٹرا ہیڈرل (Tetrahedral)
	$CHCl_3$	1.04	ٹیٹرا ہیڈرل (Tetrahedral)
	CCl_4	0	ٹیٹرا ہیڈرل (Tetrahedral)

1940 میں ایٹم کے گرفتی خول میں الیکٹران جوڑوں کے درمیان دافع باہمی عمل کی بنیاد پر سادہ نظریہ پیش کیا۔ اس کو نیہوم اور گلسپی نے 1957 میں مزید آگے بڑھایا اور دوبارہ تعریف بیان کی۔

VSEPR نظریہ کے اہم مفروضات مندرجہ ذیل ہیں:

- سالمے کی شکل کا انحصار مرکزی ایٹم کے گرد گرفتی خول کے الیکٹران جوڑوں (بندشی یا غیر بندشی) کی تعداد پر ہوتا ہے۔
- گرفتی خول میں الیکٹران کے جوڑے ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں کیونکہ ان الیکٹران بادلوں پر منفی چارج ہوتا ہے۔
- الیکٹرانوں کے یہ جوڑے اسپیس میں ایسا مقام حاصل کرنے کی کوشش کرتے ہیں جہاں قوت دافعہ کم سے کم ہو لہٰذا ان کے درمیان فاصلہ زیادہ سے زیادہ ہوگا۔
- گرفتی خول کو ایک کرہ (Sphere) کی طرح مانا جاتا ہے جہاں الیکٹران اس کی کروی سطح پر ہوتا ہے اور ایک دوسرے سے زیادہ سے زیادہ فاصلے پر ہوتا ہے۔
- کثیر بند کو ایک واحد الیکٹران جوڑے کی طرح سمجھا جاتا ہے اور کثیر بند کے دو یا تین الیکٹران جوڑوں کو واحد عظیم جوڑا سمجھتے ہیں۔
- VSEPR ماڈل ان ساختوں میں استعمال ہوسکتا ہے جہاں دو یا دو سے زیادہ گمک ساختیں ایک سالمے کو ظاہر کرتی ہیں۔

الیکٹران جوڑوں کا دافع باہمی عمل مندرجہ ذیل ترتیب میں گھٹتا ہے:

تنہا جوڑا (lp)–تنہا جوڑا (lp) > تنہا جوڑا (lp)–بندشی جوڑا (bp) > بندشی جوڑا–بندشی جوڑا (bp)

$$(lp - lp > lp - bp > bp - bp)$$

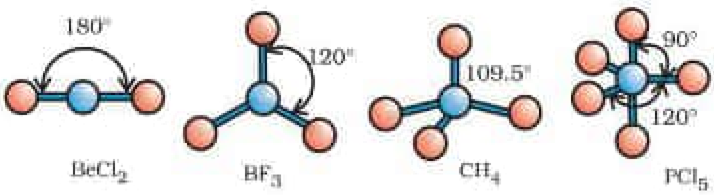
نیوہوم اور گلسپی (1957) نے VSEPR ماڈل کو الیکٹرانوں کے تنہا جوڑے اور بندشی جوڑے کے درمیان اہم فرق کو سمجھا کر بہتر بنانے کی کوشش کی۔ الیکٹرانوں کا تنہا جوڑا مرکزی ایٹم پر ہی قائم رہتا ہے جبکہ ہر گرفتی جوڑا دو ایٹموں کے درمیان مشترک ہوتا ہے۔ نتیجے کے طور پر سالمے میں تنہا الیکٹرانوں کا جوڑا الیکٹرانوں کے گرفتی جوڑے کے مقابلے میں زیادہ جگہ گھیرتا ہے۔ اسی لیے لون پیئر-لون پیئر میں ہٹاؤ زیادہ ہوتا ہے بہ نسبت لون پیرء- بانڈ پیئر اور بانڈ پیئر- بانڈ پیئر کے اسی ہٹاؤ کی وجہ سے سالموں کے بندشی زاویوں میں تبدیلی اور ان کی مثالی شکلوں میں فرق پائے جاتے ہیں۔

"VSEPR نظریے کے مطابق سالموں کی جیومیٹریائی اشکال کی پیشین گوئی کے لیے سالموں کو دو جماعتوں میں تقسیم کرنا آسان ہوتا ہے جیسے (i) ایسے سالمے جن کے مرکزی ایٹم پر الیکٹرانوں کا تنہا جوڑا نہ ہو اور (ii) ایسے سالمے جن کے مرکزی ایٹم پر ایک یا ایک سے زیادہ الیکٹرانوں کے تنہا جوڑے ہوں۔"

جدول 4.6 میں AB قسم کے کچھ سالموں/آینوں کی جیومیٹری اور مرکزی ایٹم A پر (بغیر تنہا الیکٹران کے جوڑے کے) الیکٹران کے جوڑوں کی ترتیب کو دکھایا گیا ہے۔ جدول 4.7 میں کچھ سادہ سالموں اور آینوں کی اشکال کو دکھایا گیا ہے جن میں مرکزی ایٹم پر ایک یا دو لون پیئر ہیں۔

جدول 4.8 ان وجوہات کی وضاحت کرتی ہے جو سالموں کی جیومیٹری مسخ ہونے کے لیے ذمہ دار ہیں۔

جیسا کہ جدول 4.6 میں دکھایا گیا ہے، AB_2، AB_3، AB_4، AB_5 اور AB_6 مرکبات میں مرکزی ایٹم A کے گرد الیکٹران جوڑوں اور B ایٹموں کی ترتیب خطی (Linear)، ٹرائی گونل پلینر ٹیٹرا ہیڈرل، ٹرائی گونل بائی پرامڈل اور آکٹاہیڈرل ہے۔ اس طرح کی ترتیب BF_3 (AB_3) PCl_4 (AB_4) اور PCl_5 (AB_5) جیسے سالموں میں دیکھنے کو ملتی ہے اور انہیں نیچے گیند اور چھڑ ماڈل کے ذریعہ دکھایا گیا ہے۔



شکل 4.6 ان سالمات کی شکل جن کے مرکزی ایٹم پر تنہا جوڑا نہیں ھے

VSEPR نظریہ سالموں کی ایک بڑی تعداد خاص طور پر پی-بلاک کے عناصر کی جیومیٹری کی پیشین گوئی کرسکتا ہے۔ یہ اس وقت بھی سالمے کی جیومیٹری کو بہت حد تک بالکل صحیح بتانے میں کامیاب ہوتا ہے جب ممکنہ اشکال کے درمیان توانائی کے فرق بہت کم ہوں۔ VSEPR نظریہ کی سالموں کی اشکال پر الیکٹران جوڑوں کے دفاعی عمل سے متعلق اثرات کی نظریاتی بنیاد بہت زیادہ مضبوط نہیں ہے اور یہ شبہات اور بحث کا موزوں بنا ہوا ہے۔

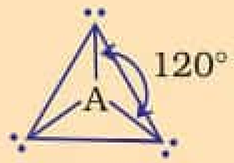
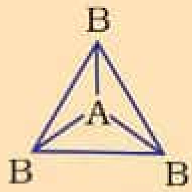
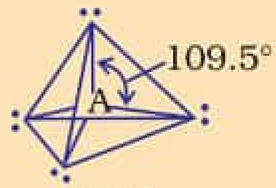
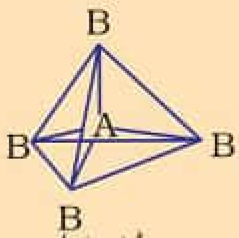
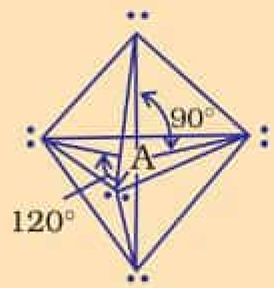
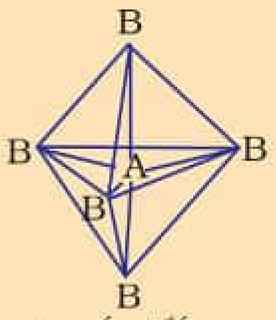
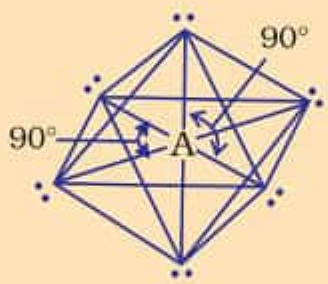
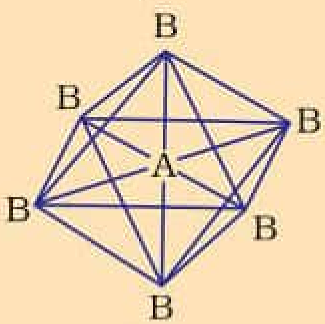
4.5 گرفت بند نظریہ (Valence Bond Theory)

ہم جانتے ہیں کہ لیوئس کا نظریہ سالموں کی ساخت لکھنے میں ہماری مدد کرتا ہے لیکن یہ کیمیائی بند کے بننے کی وجوہات کی وضاحت کرنے میں ناکام ہے۔ یہ H_2 اور F_2 جیسے سالموں میں بند افتراق اینتھالپی اور بندشی لمبائی (H_2 کے لیے 435.8 $kJ\ mol^{-1}$، 74 pm اور F_2 کے لیے 150.6 $kJ\ mol^{-1}$، 42 pm) کے فرق کی وجوہات کی بھی وضاحت نہیں کرتا حالانکہ دونوں میں اپنے اپنے ایٹموں کے درمیان ایک الیکٹران جوڑے کے اشتراک سے تنہا شریک بندش بند بنتا ہے۔ یہ کثیر ایٹمی سالموں کی شکل کے بارے میں بھی کوئی تصور پیش نہیں کرتا۔

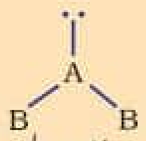
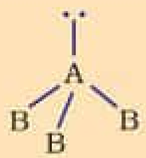
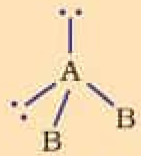
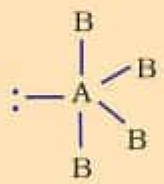
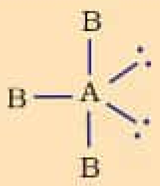
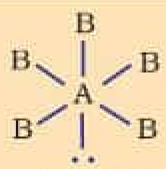
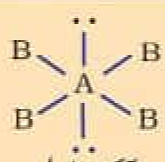
اسی طرح VSEPR کا نظریہ سادہ سالموں کی جیومیٹری بتاتا ہے لیکن نظریاتی طور پر یہ ان کی وضاحت نہیں کرتا اور اس کے محدود استعمال ہیں۔ ان حدود کو پار کرنے کے لیے کوانٹم میکانیکی اصولوں کی بنیاد پر دو اہم نظریات پیش کیے گئے ہیں۔ یہ ویلنس بانڈ نظریہ اور مولیکیولر آربٹل نظریات ہیں۔

ویلنس بانڈ تھیوری ہیٹلر اور لنڈن نے 1927 میں پیش کی اور پالنگ اور دیگر سائنسدانوں نے اسے مزید آگے بڑھایا۔ ویلنس بانڈ تھیوری پر بحث عناصر کے الیکٹرانی تشکل (اکائی 2)، ایٹمی اربٹل کا اوورلیپنگ کرائٹیر یا ایٹمی اربٹل کی ہائبریڈائزیشن تغیر اور انطباق کے اصولوں کے علم پر مبنی ہے۔ ان پہلوؤں کے مطابق ویلنس بانڈ تھیوری پر تفصیلی بحث اس کتاب کے احاطہ سے باہر ہے۔ الہٰذا آسانی کے لیے ویلنس بانڈ تھیوری پر بحث کیفیتی اور غیر ریاضیاتی طرز عمل کی اصطلاح میں ہی کی گئی ہے۔ ابتدا میں آئیے ہائڈروجن سالمے کے بننے کے عمل کو دیکھتے ہیں جو تمام سالموں میں سب سے سادہ ہے۔

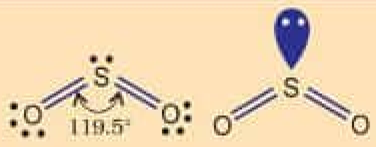
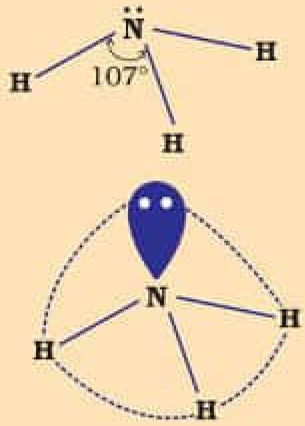
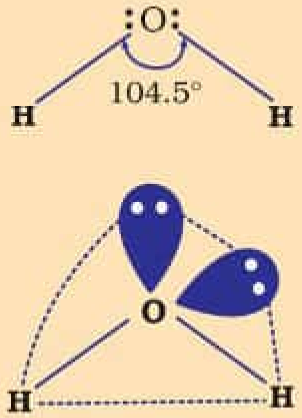
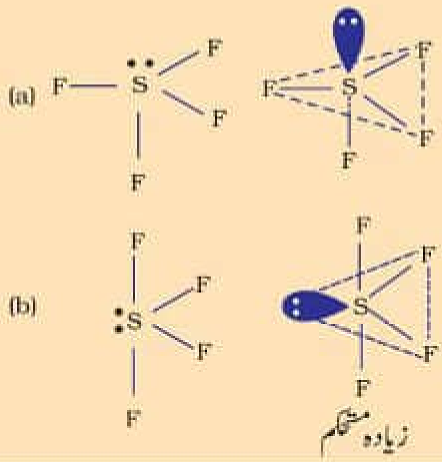
جدول 4.6 ان سالموں کی جیومیٹری جن کے مرکزی ایٹم پر لون پیئر الیکٹران نہیں ہوتے

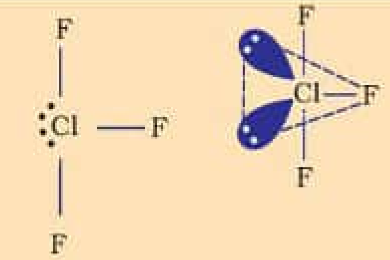
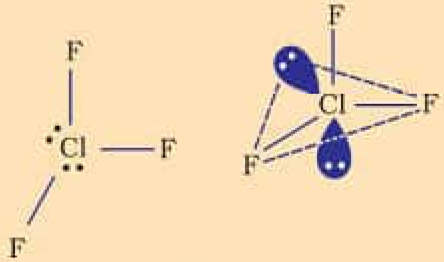
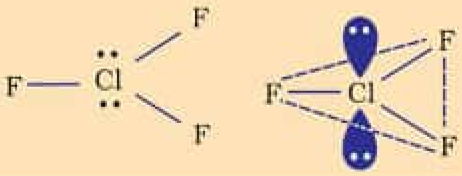
الیکٹران جوڑوں کی تعداد	الیکٹران جوڑوں کی ترتیب	سالمے کی جیومیٹری	مثالیں
2	 خطی	B—A—B خطی	$BeCl_2$, $HgCl_2$
3	 ٹرائی گونل پلینر	 ٹرائی گونل پلینر	BF_3
4	 ٹیٹراہیڈرل	 ٹیٹراہیڈرل	CH_4, NH_4^+
5	 ٹرائی گونل بائی پیرامڈل	 ٹرائی گونل بائی پیرامڈل	PCl_5
6	 آکٹاہیڈرل	 آکٹاہیڈرل	SF_6

جدول 4.7 کچھ سادہ سالموں/آینوں کی شکل (جیومیٹری) جن کے مرکزی ایٹم پر ایک یا ایک سے زیادہ تنہا الیکٹرانوں کا جوڑا ہے۔

سالموں کی قسم	بندشی جوڑوں کی تعداد	تنہا جوڑوں کی تعداد	الیکٹران جوڑوں کی ترتیب	جیومیٹری	مثال
AB_2E	2	1	 ٹرائی گونل سطحی	خمیدہ	SO_2, O_3
AB_3E	3	1	 ٹیٹراہیڈرل	ٹرائی گونل پیرامڈل	NH_3
AB_2E_2	2	2	 سہ گوشی دوہری	خمیدہ	H_2O
AB_4E	4	1	 سہ گوشی ہرمی	سی سا	SF_4
AB_3E_2	3	2	 ٹرائی گونل بائی پیرامڈل	T-شکل	ClF_3
AB_5E	5	1	 آکٹاہیڈرل	مربع پیرامڈ	BrF_5
AB_4E_2	4	2	 آکٹاہیڈرل	مربع سطحی	XeF_4

جدول 4.8 بونڈ پیئر اور لون پیئر رکھنے والے سالموں کی اشکال

سالمے کی قسم	بندشی جوڑوں کی تعداد	تنہا جوڑوں کی تعداد	الیکٹرانوں کی ترتیب	شکل	حاصل شدہ شکل کی وجوہات
AB_2E	4	1		خمیدہ	نظریاتی طور پر اس کی شکل ٹرائی انگیولر سطحی ہونی چاہیے لیکن اس کی شکل خمیدہ ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ اس میں لون پیئر - بونڈ پیئر قوت دافعہ زیادہ ہے بہ نسبت بونڈ پیئر-بونڈ پیئر قوت دافعہ کے۔ لہٰذا زاویہ 120° سے گھٹ کر 119.5° رہ گیا۔
AB_3E	3	1		ٹرائی گونل بائی پیرامڈل	اگر یہاں lp کی جگہ bp ہوتا تو اس کی شکل ٹیٹرا ہیڈرل ہوتی لیکن ایک تنہا جوڑا موجود ہے لہٰذا bp – lp قوت دافعہ (جو bp – bp قوت دافعہ سے زیادہ ہے) کی وجہ سے گرفتی جوڑوں کے درمیان زاویہ 109.5° سے گھٹ کر 107° ہو گیا ہے۔
AB_2E_2	2	2		خمیدہ	یہ شکل ٹیٹرا ہیڈرل ہوتی اگر یہاں چاروں بونڈ پیئر (bp) ہوتے لیکن دو لون پیئر (lp) موجود ہیں جس کی وجہ سے شکل مسخ شدہ ٹیٹرا ہیڈرل یا خمیدہ ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ lp – lp قوت دافعہ lp – bp قوت دافعہ سے زیادہ ہے جو bp – bp سے زیادہ ہے لہٰذا زاویہ 109.5° سے گھٹ کر 104.5° رہ گیا۔
AB_4E	4	1		سی-سا	(a) میں lp محوری مقام پر موجود ہے لہٰذا 90° پر تین lp – bp قوت دافعہ ہیں۔ (b) میں lp خطِ استوائی مقام پر ہے اور دو lp – bp قوت دافعہ ہیں لہٰذا (b) کی تنظیم زیادہ مستحکم ہے۔ (b) میں ظاہر کی گئی شکل مسخ شدہ ٹیٹرا ہیڈرن، تہہ دار مربع یا سی سا کہلاتی ہے۔

سالمے کی قسم	بندشی جوڑوں کی تعداد	تنہا جوڑوں کی تعداد	الیکٹرانوں کی ترتیب	شکل	حاصل شدہ شکل کی وجوہات
AB_3E_2	3	2	(a) 	T-شکل	(a) میں lp استوائی مقام پر ہیں لہٰذا lp-bp قوت دافعہ کم ہوگی بہ نسبت دوسروں کے جن میں lp محوری مقام پر ہیں لہٰذا (a) کی شکل زیادہ مستحکم ہوگی۔ (T-شکل)
			(b) 		
			(c) 		

مان لیجیے ہائڈروجن کے دو ایٹم A اور B جن کے مرکز N_A اور N_B ہیں، ایک دوسرے کی سمت آرہے ہیں۔ ان میں موجود الیکٹرانوں کو C_A اور C_B سے دکھایا گیا ہے۔ جب یہ دونوں ایٹم ایک دوسرے سے زیادہ فاصلے پر ہیں تو ان کے درمیان کوئی کشش نہیں ہوتی۔ جیسے جیسے یہ ایک دوسرے کے نزدیک آتے ہیں، نئی قوتِ کشش اور دافع قوتِ عمل پیرا ہیں۔

قوت کشش پیدا ہوتی ہے:

(i) ایک ایٹم کے مرکز اور اس کے ہی الیکٹران کے درمیان یعنی $N_A - e_A$ اور $N_B - e_B$۔

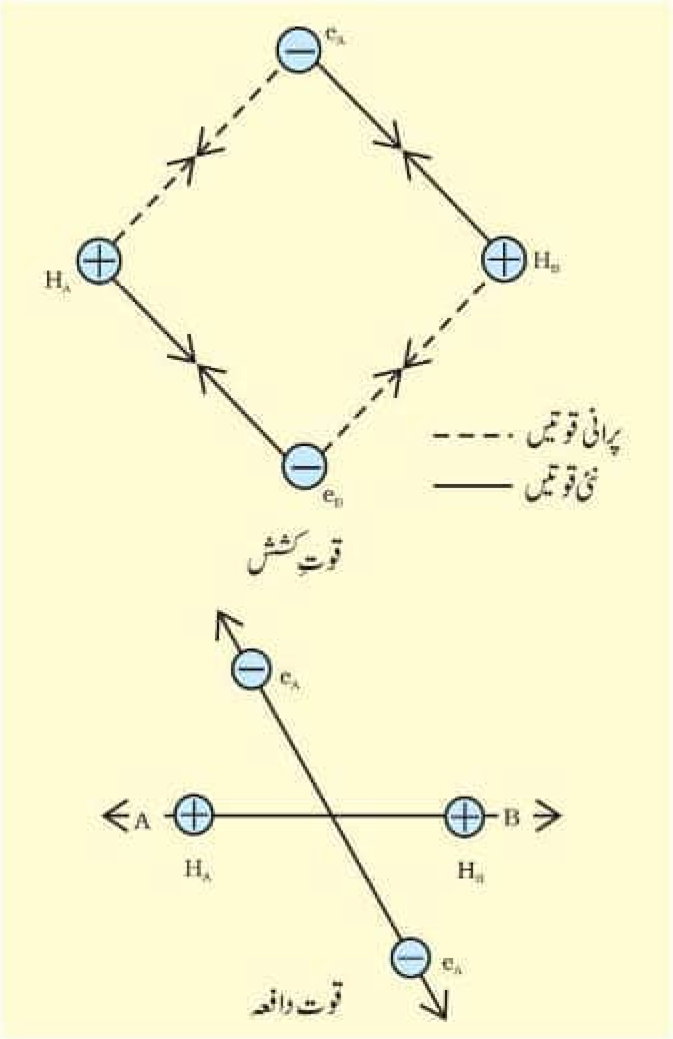
(ii) ایک ایٹم کے نیوکلیس اور دوسرے ایٹم کے الیکٹران کے درمیان یعنی $N_A - e_B$، $N_A - e_B$

اسی طرح دافع قوتِ پیدا ہوگی:

(i) دونوں ایٹموں کے الیکٹرانوں کے درمیان یعنی $e_A - e_B$۔

(ii) دونوں ایٹموں کے نیوکلیس کے درمیان یعنی $N_A - N_B$۔

قوت کشش دونوں ایٹموں کو ایک دوسرے کے نزدیک لانے کی کوشش کرے گی جبکہ قوتِ دافعہ انہیں ایک دوسرے سے الگ کرنے کی کوشش کرے گی (شکل 4.7)۔

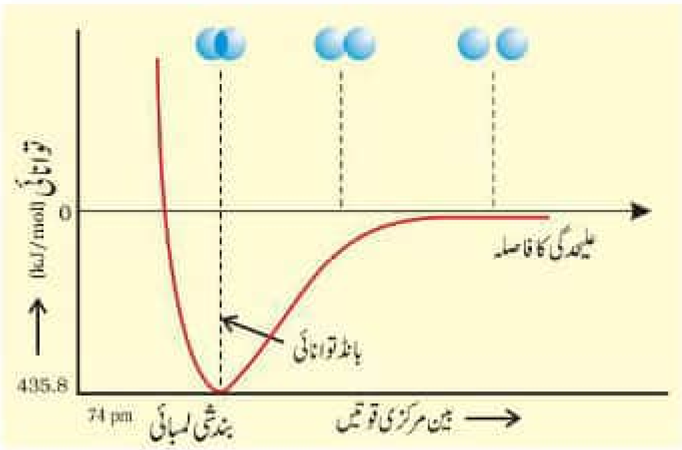


شکل 4.7 H_2 سالمے کی تشکیل کے دوران کشش اور دافع قوتیں

تجرباتی طور پر یہ پایا گیا ہے کہ نئی قوتِ کشش کی قدر نئی دافع قوت سے زیادہ ہوتی ہے۔ نتیجہ کے طور پر دونوں ایٹم ایک دوسرے کے نزدیک آتے ہیں اور ان کی مضمر توانائی (Potential Energy) کم ہو جاتی ہے۔ یہاں تک کہ ایک مقام وہ آتا ہے جہاں کل قوتِ کشش اور دافع قوتِ میں توازن پیدا ہو جاتا ہے اور نظام کمترین توانائی حاصل کرتا ہے۔ اس مقام پر دونوں ہائڈروجن ایٹم بندھ جاتے ہیں اور ایک مستحکم سالمہ بناتے ہیں جس کی بندشی لمبائی 74 pm ہوتی ہے۔

چونکہ توانائی کا اخراج ہوتا ہے جب ہائڈروجن کے دو ایٹموں کے درمیان بند بنتا ہے، لہٰذا ہائڈروجن کا سالمہ تنہا ہائڈروجن ایٹموں کے مقابلے میں زیادہ مستحکم ہوتا ہے۔ اس میں جو توانائی خارج ہوتی ہے وہ **بانڈ انتھالپی** کہلاتی ہے جو شکل 4.8 میں دکھائے گئے منحنی کی سب سے نچلی سطح کے مطابق ہے۔ اس کے برعکس ایک مول ہائڈروجن کے سالموں کو جُدا کرنے میں $435.8\ kJ\ mol^{-1}$ توانائی کی ضرورت ہوتی ہے۔

$$H_2(g) + 435.8\ kJ\ mol^{-1} \rightarrow H(g) + H(g)$$



شکل 4.8 H_2 سالمہ کی تشکیل کا مضمر توانائی منحنی H_2 ایٹموں کے بین مرکزی فاصلوں کے فنکشن کی حیثیت سے۔ خم کا کمترین حصّہ H_2 سالمہ کی سب سے زیادہ مستحکم حالت کو ظاہر کرتا ہے۔

4.5.1 اربٹل اوورلیپ کا تصور (Orbital Overlap Concept)

ہائڈروجن سالمے کی تشکیل میں کمترین توانائی کا ایک ایسا مقام ہوتا ہے جہاں ہائڈروجن کے دو ایٹم اتنے نزدیک ہوتے ہیں کہ ان کے ایٹمی اربٹل کے مابین جُزوی دخل اندازی ہوتی ہے۔ ایٹمی اربٹل کی یہ جُزوی دخل اندازی ایٹمی اربٹل کی اوورلپینگ کہلاتی ہے جس کے نتیجہ میں الیکٹرانوں کے جوڑے بنتے ہیں۔ اوورلیپ کی مقدار شریک گرفت بند کی توانائی کو طے کرتی ہے۔ عام طور پر جتنی اوورلپنگ ہوگی دو ایٹموں کے درمیان بننے والا بند اتنا ہی مضبوط ہوگا۔ لہٰذا اربٹل اوورلیپ کے تصور کے مطابق دو ایٹموں کے درمیان شریک گرفت بند کی تشکیل بندش خول میں موجود متضاد اسپن والے الیکٹرانوں کے جوڑے بننے کے نتیجے میں ہوتی ہے۔

4.5.2 بندشوں کی سمتی خصوصیات (Directional Properties of Bonds)

جیسا کہ ہم دیکھ چکے ہیں کہ شریک گرفت بند کی تشکیل ایٹموں کے اربٹل کی اوورلپینگ کے نتیجے میں ہوتی ہے۔ ہائڈروجن کا سالمہ دو H ایٹموں کے 1s اربٹل کی اوورلپنگ کی وجہ سے ہوتا ہے۔

کثیر ایٹمی سالموں جیسے CH_4، NH_3 اور H_2O میں بند کی تشکیل کے علاوہ ان کی جیومیٹری بھی اہم ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ایسا کیوں ہے کہ CH_4 سالمہ کی شکل ٹیٹراہیڈرل اور بندشی زاویہ HCH، 109.5° ہے؟ NH_3 سالمہ کی شکل پیرامڈل کیوں ہوتی ہے؟

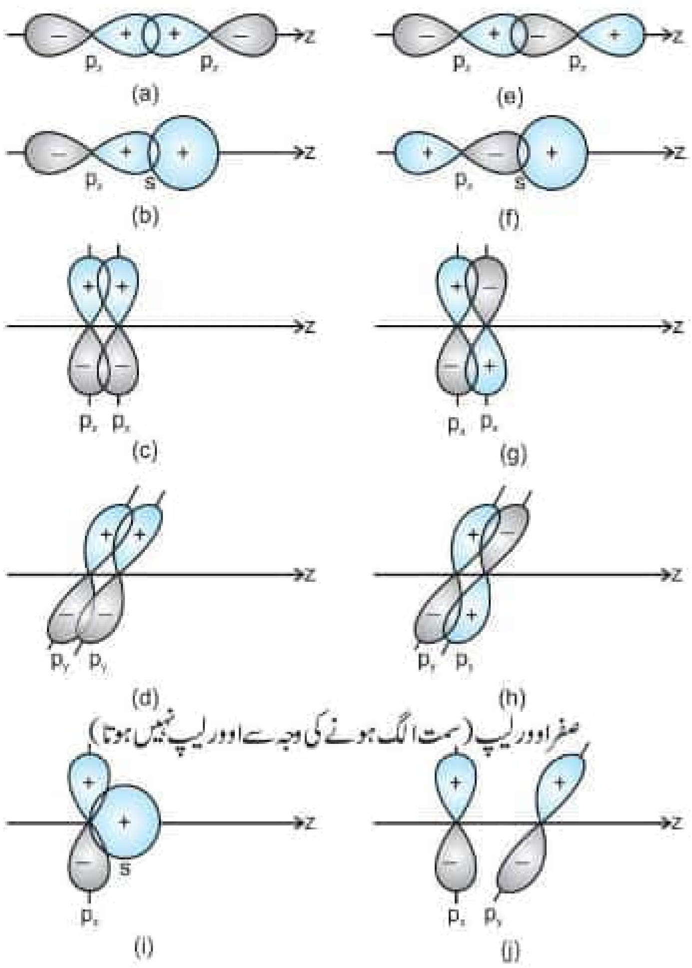
ویلنس بانڈ تھیوری CH_4، NH_3 اور H_2O جیسے کثیر ایٹمی سالموں میں بند کی شکل، ان کے بننے کے عمل اور سمتی خصوصیات کی وضاحت ایٹمی اربٹل کی اوورلپنگ اور ہائبریڈائزیشن کی اصطلاح میں کرتی ہے۔

4.5.3 ایٹمی اربٹل کی اوورلپنگ (Overlapping of Atomic Orbitals)

جب اربٹل کے دو ایٹم بند تشکیل دینے کے لیے قریب آتے ہیں تو ان کا یہ اوورلیپ مثبت، منفی یا صفر ہوسکتا ہے اس کا انحصار نشان (ہیئت) اور جگہ میں مداری لہر کے فنکشن کی وسعت اور اس کی تشریق کی سمت پر ہوتا ہے (شکل 4.9) سرحدی سطح ڈائگرام میں دیے گئے مثبت اور منفی نشانات مداری لہر کا نشان (ہیئت) ظاہر ہوتے ہیں۔ ان کا چارج سے تعلق نہیں ہوتا ہے۔ بند بنانے کے لیے اربٹل کے نشان (ہیئت) اور سمت یکساں ہونے چاہئیں۔ اسے مثبت اوورلیپ کہتے ہیں۔ s اور p اربٹل کے متعدد اوورلیپوں کو شکل 4.9 میں ظاہر کیا گیا ہے۔

شریک گرفت بندش کی تشکیل کے خاص عوامل کے طور پر اوورلیپ کے معیار کا اطلاق ہومونیوکلیر/ ہیٹرونیوکلیر دو ایٹمی سالموں اور کثیر ایٹمی سالموں پر

یکساں طور سے ہوتا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ CH_4، NH_3 اور H_2O سالموں کی اشکال بالترتیب ٹیٹرا ہیڈرل، پیرامڈل اور خمیدہ ہوتی ہیں۔ یہ ایک دلچسپ بات ہوگی اگر ہم VB تھیوری کا استعمال کرتے ہوئے یہ معلوم کریں کہ کیا ان جیومیٹریکل اشکال کو ارٹبل اوورلیپ کی اصطلاح میں واضح کیا جاسکتا ہے؟



شکل **4.9** s، p ارٹبل کی مثبت، منفی اور صفر اوورلیپ

آیئے ہم پہلے CH_4 (میتھین) سالمہ کو لیتے ہیں گراؤنڈ اسٹیٹ پر کاربن کا الیکٹرانی تشکل [He] $2s^2\ 2p^2$ ہے جو کہ مشتعل حالت (Excited State) میں [He] $2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ ہو جاتی ہے۔ مشتعل ہونے کے لیے دستیاب توانائی، کاربن اور ہائڈروجن کے ارٹبل کے درمیان اوورلیپ کے دوران خارج ہونے والی توانائی سے فراہم ہوتی ہے۔ کاربن کے چار ارٹبل جن میں سے ہر ایک میں ایک تنہا بغیر جوڑے کا الیکٹران ہوتا ہے چار ہائڈروجن کے 1s ارٹبل جن میں خود بھی ایک ہی الیکٹران ہوتا ہے، سے اوورلیپ کر سکتے ہیں۔ نتیجہ کے طور پر چار C-H بند بنتے ہیں۔ تاہم یہ دیکھا جائے گا کہ جبکہ کاربن کے تین p ارٹبل ایک دوسرے سے 90° پر ہوتے ہیں ان کے لیے HCH زاویہ بھی 90° ہوگا۔ اس طرح تین C-H بند ایک دوسرے سے 90° پر ہوں گے۔ کاربن کا 2s ارٹبل اور ہائڈروجن کا 1s ارٹبل کروی متشاکل ہوتے ہیں اور کسی سمت بھی اوورلیپ کر سکتے ہیں۔ لہٰذا چوتھے C-H بند کی سمت واضح نہیں کی جاسکتی۔ یہ بیان HCH ٹیٹرا ہیڈرل زاویہ 109.5° سے مطابقت نہیں رکھتا۔ صاف ظاہر ہے کہ صرف ایٹمی ارٹبل کی اوورلیپ CH_4 سالمے کے بند کی سمتی خصوصیات کے لیے ذمہ دار نہیں ہوسکتی۔ اسی طریقہ اور بحث کا استعمال کرتے ہوئے دیکھا جاسکتا ہے کہ NH_3 اور H_2O سالموں میں HNH اور HOH بندشی زاویہ 90° کا ہونا چاہیے۔ یہ بیان NH_3 اور H_2O سالموں میں حقیقی بندشی زاویوں 107° اور 104.5° سے مطابقت نہیں رکھتا۔

4.5.4 اوورلیپنگ کی قسمیں اور شریک گرفت بند کی فطرت
(Types of Overlapping and Nature of Covalent Bonds)

اوورلیپنگ کی بنیاد پر شریک گرفت بند دو زمروں میں تقسیم کیے جاسکتے ہیں۔

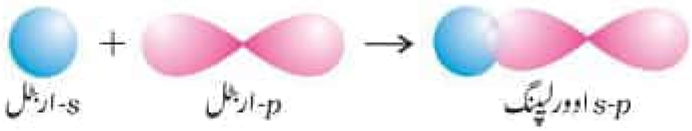
(i) سگما (σ) بند اور (ii) پائی (π) بند

(i) سگما (σ) بند: اس قسم کا شریک گرفت بند بندشی ارٹبل کے سروں سے سروں کی اوورلیپنگ کے نتیجہ میں بنتے ہیں جو بین مرکزی محور کے ساتھ ہوتے ہیں۔ اس کو ہیڈ آن (Head On) یا محوری اوورلیپ بھی کہتے ہیں۔ یہ ایٹمی ارٹبل کے مندرجہ ذیل کسی بھی ایک اتحادی عمل سے بن سکتے ہیں۔

- **s-s** اوورلیپنگ: اس حالت میں دو آدھے بھرے ہوئے s-ارٹبل کی بین مرکزی محور کے ساتھ اوورلیپنگ ہوتی ہے جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے۔



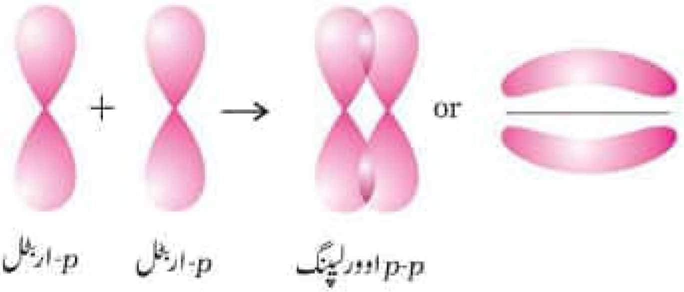
- **s-p** اوورلیپنگ: اس طرح کی اوورلیپنگ ایک ایٹم کے نصف بھرے ہوئے s-ارٹبل اور دوسرے ایٹم کے نصف بھرے ہوئے p ارٹبل کے درمیان ہوتی ہے۔



- **p-p اوورلیپنگ:** اس طرح کی اوورلیپنگ نزدیک آنے والے دو ایٹموں کے نصف بھرے ہوئے p-ارٹبل کے درمیان ہوتی ہے۔



(ii) پائی (π) بند: π بند بنانے میں ایٹمی ارٹبل کی اوورلیپنگ اس طرح ہوتی ہے کہ ان کے محور ایک دوسرے کے متوازی اور بین مرکزی محور کے عمودی ہوتے ہیں اس طرح جانبی اوورلیپنگ سے بننے والے ارٹبل حصہ لینے والے ایٹموں کی سطح کے اوپر اور نیچے تشتری کی شکل کے دو الیکٹران بادلوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔



4.5.5 سگما اور پائی بند کی قوت (Strength of Sigma and pi Bonds)

بنیادی طور پر کسی بند کی طاقت اس کی اوورلیپنگ کی حد پر منحصر ہوتی ہے۔ سگما (σ) بند میں ارٹبل کی اوورلیپنگ بہت زیادہ ہوتی ہے۔ لہٰذا یہ پائی (π) بانڈ سے زیادہ طاقتور ہوتے ہیں جہاں اوورلیپنگ کی حد کم ہوتی ہے۔ مزید یہ کہ π بند دو ایٹموں کے درمیان سگما بند کے علاوہ ہوتا ہے۔ یہ ان سالموں میں ہمیشہ موجود ہوتا ہے جہاں کثیر بند (دوہرے یا تہرے) پائے جاتے ہیں۔

4.6 مخلوطیت (Hybridisation)

CH_4، NH_3 اور H_2O جیسے کثیر ایٹمی سالموں کی جیومیٹریائی شکل کی خصوصیات کی وضاحت کرنے کے لیے پالنگ نے مخلوطیت کا تصور پیش کیا ہے۔ اس کے مطابق ایٹمی ارٹبل آپس میں مل کر نئے قسم کے یکساں ارٹبل بناتے ہیں جو مخلوط ارٹبل کہلاتے ہیں۔ خالص ارٹبل کے برعکس مخلوط ارٹبل بند بنانے میں استعمال ہوتے ہیں اس عمل کو مخلوطیت **(Hybridisation)** کہتے ہیں جس کو اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے کہ یہ توانائی میں ہلکے سے فرق والے ارٹبل کی ملاوٹ کا عمل ہے تاکہ ان کی توانائی کو دوبارہ تقسیم کیا جا سکے اور وہ یکساں توانائی اور یکساں شکل والے ارٹبل کے نئے گروپ کی شکل میں حاصل ہو سکیں۔ مثال کے طور پر جب کاربن کے ایک $2s^2$ اور تین $2p^2$ ارٹبل کا اختلاط ہوتا ہے تو چار نئے مخلوط ارٹبل sp^3 حاصل ہوتے ہیں۔

مخلوطیت کی نمایاں خصوصیات : مخلوطیت کی اہم خصوصیات مندرجہ ذیل ہیں:

1۔ مخلوط ارٹبل کی تعداد ان ایٹمی ارٹبل کے برابر ہوتی ہے جن میں مخلوطیت ہوتی ہے۔

2۔ مخلوط ارٹبل توانائی اور شکل کے اعتبار سے ہمیشہ یکساں ہوتے ہیں۔

3۔ مستحکم بند بنانے میں خالص ایٹمی ارٹبل کے مقابلے میں مخلوط ارٹبل زیادہ اثر دار ہوتے ہیں۔

4۔ یہ مخلوط ارٹبل اسپیس میں ایسی سمت کی طرف رخ کرتے ہیں جہاں الیکٹران جوڑوں کے درمیان قوت دافعہ کمترین ہو اور اس طرح ان کی ترتیب مستحکم ہوتی ہے۔ لہٰذا مخلوطیت کی قسم کے سالمے کی جیومیٹری کو ظاہر کرتی ہے۔

مخلوطیت کے لیے اہم شرائط

(i) ایٹم کے گرفت خول میں موجود ارٹبل ہی اختلاط کرتے ہیں۔

(ii) جن ارٹبل میں مخلوطیت ہو رہی ہے ان کی توانائی تقریباً برابر ہونی چاہیے۔

(iii) یہ ضروری نہیں ہے کہ مخلوطیت میں صرف نصف بھرے ہوئے ارٹبل ہی حصہ لیں گے۔ کچھ جگہوں پر گرفتی خول کے بھرے ہوئے ارٹبل بھی مخلوطیت میں حصہ لیتے ہیں۔

4.6.1 مخلوطیت کی قسمیں (Types of Hybridisation)

مخلوطیت کی بہت سی قسمیں ہوتی ہیں جن میں s، p اور d ارٹبل شامل ہوتے ہیں۔ مخلوطیت کی مختلف اقسام مندرجہ ذیل ہیں۔

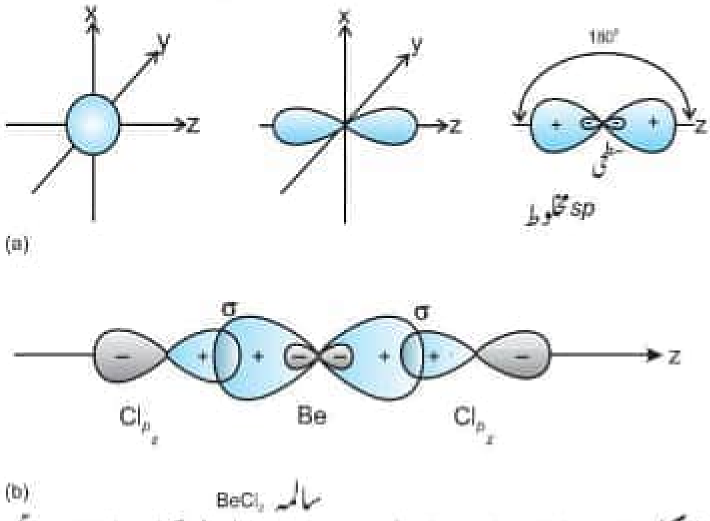
(I) sp-مخلوطیت : مخلوطیت کی اس قسم میں ایک s اور ایک p ارٹبل کی آمیزش شامل ہوتی ہے جس کے نتیجے میں دو یکساں مخلوط sp ارٹبل

حاصل ہوتے ہیں۔ sp مخلوطیت کے لیے مناسب اربٹل s اور pz ہوتے ہیں، اگر مخلوط اربٹل کو z- محور پر ہوتا ہے۔ ہر ایک sp مخلوط اربٹل میں s 50% اور 50% p کردار ہوتا ہے۔ ایسے سالمے جن کے مرکزی ایٹم میں s-p مخلوطیت ہے اور وہ براہِ راست دوسرے مرکزی ایٹموں سے جُڑے ہوئے ہوں تو ان کی جیومیٹری خطّی ہوتی ہے۔اس طرح کی مخلوطیت وتری مخلوطیت (Diagonal Hybridisation) بھی کہلاتی ہے۔

دو sp مخلوط z- محور پر مخالف سمت میں ہوتے ہیں جن کے مثبت لوب اُبھرے ہوئے ہوتے ہیں اور منفی لوب بہت چھوٹے اور دبے ہوئے ہوتے ہیں جس کی وجہ سے اوورلیپنگ مؤثر ہوتی ہے جس کے نتیجے میں مضبوط بند بنتے ہیں۔

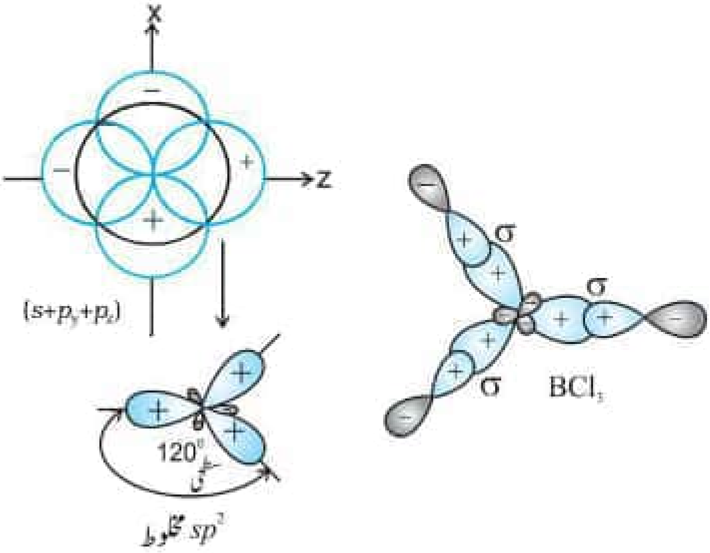
sp- مخلوطیت والے سالمات کی مثالیں

$BeCl_2$: Be کا گراؤنڈ اسٹیٹ میں الیکٹرانی تشکل $1s^2\ 2s^2$ ہوتا ہے۔ مشتعل حالت میں ایک 2s الیکٹران خالی 2p اربٹل میں چلا جاتا ہے جس کی وجہ سے بندش دو ہوتی ہے ایک 2s اور ایک 2p اربٹل مخلوط ہوجاتے ہیں اور دو sp مخلوط اربٹل بناتے ہیں یہ دو مخلوط اربٹل مخالف سمت میں ہوتے ہیں اور 180° کا زاویہ بناتے ہیں۔ ہر ایک sp مخلوط اربٹل کلورین کے 2p اربٹل سے محوری اوورلیپ کرتا ہے اور دو BaCl سگما بانڈ بنتے ہیں۔ یہ شکل 4.10 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 4.10 (a) s اور p اربٹل سے sp مخلوط کا بننا (b) خطّی $BeCl_2$ سالمے کا بننا

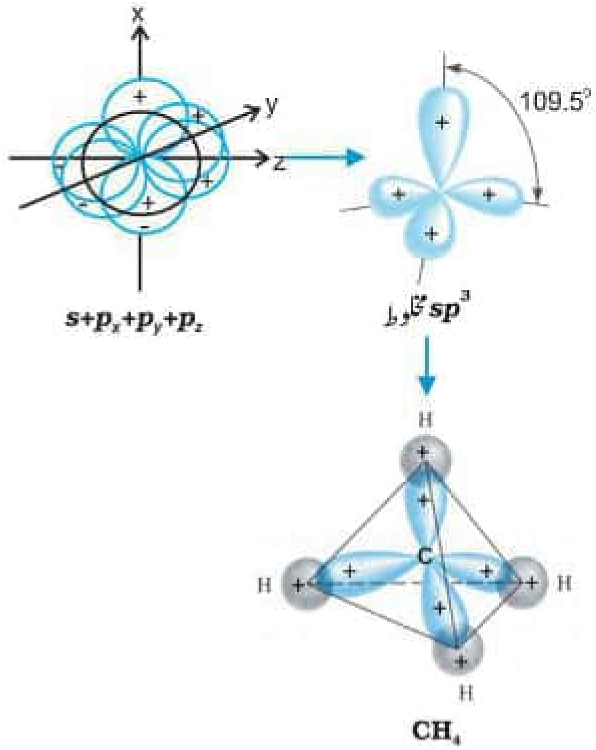
(II) sp^2 مخلوطیت: اس قسم کی مخلوطیت میں ایک s اور 2p اربٹل شامل ہوتے ہیں جو تین معادل مخلوط sp^2 اربٹل بناتے ہیں۔ مثال کے طور پر $BeCl_3$ سالمے میں مرکزی ایٹم بورون کا گراؤنڈ اسٹیٹ میں الیکٹرانی تشکل $1s^2\ 2s^2\ p^1$ ہوتا ہے۔ مشتعل حالت میں 2s کا ایک الیکٹران خالی 2p اربٹل میں چلا جاتا ہے جس کے نتیجے میں بورون کے پاس تین غیر جفتی الیکٹران ہو جاتے ہیں۔ یہ تین اربٹل (ایک 2s اور دو 2p) مل کر تین sp^2 مخلوط اربٹل بناتے ہیں۔ اس طرح بننے والے تین مخلوط اربٹل ٹرائی گونل پلینر ترتیب میں آجاتے ہیں اور کلورین کے 2p اربٹل سے مل کر تین B-Cl بند بناتے ہیں۔ لہٰذا BCl_3 کی جیومیٹری ٹرائی گونل پلینر ہوتی ہے اور ClBCl بندزاویہ 120° ہوتا ہے (شکل 4.11)۔



شکل **4.11** sp^3 مخلوط اربٹل اور BCl_3 سالمے کا بننا

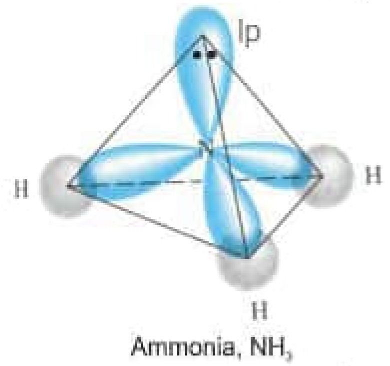
(III) sp^3 مخلوطیت: اس طرح کی مخلوطیت کی وضاحت کے لیے CH_4 کی مثال لی جاسکتی ہے جس میں ایک s اور تین p- اربٹل کی آمیزش سے چار sp^3 مخلوط اربٹل بنتے ہیں جن کی توانائی اور شکل یکساں ہوتی ہے۔ ہر ایک sp^3 اربٹل میں 25% s اور 75% p کردار شامل ہوتا ہے۔ اس طرح بننے والے چار sp^3 اربٹل چوسطحی شکل کے چاروں کونوں کی سمت ہوتے ہیں sp^3 مخلوط اربٹل کے درمیان 109.5° ہوتا ہے جیسا کہ شکل 4.12 میں دکھایا گیا ہے۔

NH_3 اور H_2O سالموں کی اشکال بھی sp^3 مخلوطیت کی مدد سے واضح کی جاسکتی ہیں۔ NH_3 سالمے میں نائٹروجن کا گراؤنڈ اسٹیٹ پر الیکٹرانی تشکل $2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ ہوتا ہے۔ جس میں سے تین sp^3 مخلوط اربٹل میں غیر جفتی الیکٹران ہوتے ہیں اور چوتھے میں ایک الیکٹرانوں کا تنہا جوڑا ہوتا ہے۔ یہ تین مخلوط اربٹل ہائڈروجن کے 1s اربٹل سے اوورلیپ کرکے تین N-H سگما بند بناتے ہیں۔ ہم جانتے ہیں کہ تنہا جوڑے اور بندشی جوڑے کے درمیان قوت دافعہ الیکٹران کے دو



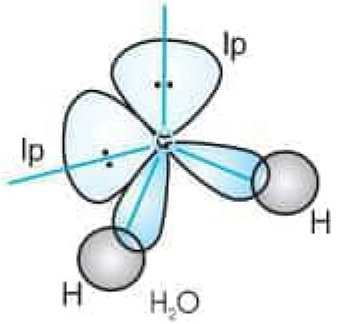
شکل **4.12** کاربن کے s، p_x، p_y اور p_z اربٹل کے اتحاد سے بننے والے sp^3 مخلوط اربٹل اور CH_4 کا بننا

بندشی جوڑوں کے درمیان قوت دافعہ سے زیادہ ہوتی ہے۔ اس طرح سالمہ کی شکل مسخ ہو جاتی ہے اور بند زاویہ 109.5° سے گھٹ کر 107° ہو جاتا ہے۔ اس طرح کے سالموں کی جیومیٹری پیرامڈل ہوتی ہے جیسا کہ شکل 4.13 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل **4.13** NH_3 سالمہ کا بننا

H_2O سالمہ میں آکسیجن کے چار اربٹل (ایک 2s اور تین 2p) میں sp^3 مخلوطیت ہوتی ہے اور چار sp^3 اربٹل بنتے ہیں جن میں سے دو اربٹل میں سے ہر ایک میں ایک الیکٹران ہوتا ہے اور باقی دو میں ایک ایک جوڑا الیکٹرانوں کا ہوتا ہے۔ یہ چار sp^3 مخلوط اربٹل چہار سطحی جیومیٹری حاصل کرتے ہیں۔ جس کے دو کونوں میں دو ہائڈروجن کے ایٹم ہوتے ہیں اور باقی دو کونوں میں غیر بندشی جوڑے ہوتے ہیں۔ اس میں بندشی زاویہ 109.5° سے گھٹ کر 104.5° ہو جاتا ہے (شکل 4.14) اور سالمہ V- شکل یا خمیدہ شکل اختیار کرتا ہے۔



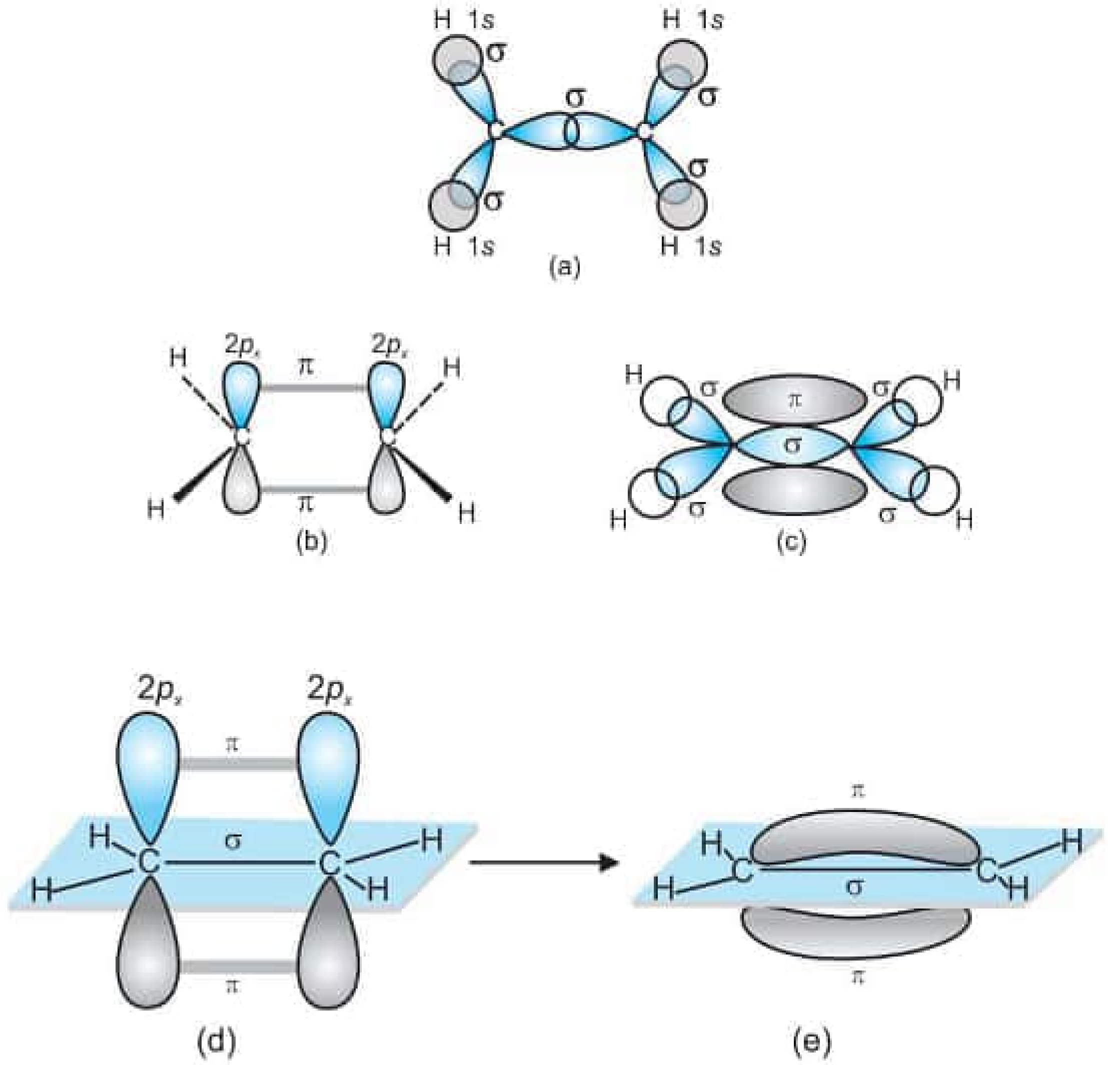
شکل **4.14** H_2O سالمہ کا بننا

4.6.2 sp^3، sp^2 اور sp مخلوطیت کی کچھ اور مثالیں

C_2H_6 سالمے میں sp^3 مخلوطیت: ایتھین کے سالمے میں دونوں کاربن ایٹموں میں sp^3 مخلوط حالت ہوتی ہے۔ کاربن ایٹم کے چار sp^3 مخلوط اربٹل میں سے ایک محوری طور پر دوسرے کاربن کے ایسے ہی اربٹل کے ساتھ اوورلیپ کرتا ہے اور ایک sp^3-sp^3 سگما بند بناتا ہے جبکہ ہر ایک کاربن کے تین مخلوط اربٹل ہائڈروجن ایٹم کے ساتھ sp^3-s سگما بند بناتے ہیں جیسا کہ (iii) 4.6.1 میں دکھایا گیا ہے۔ لہٰذا ایتھین میں C-C بندشی لمبائی 154 pm ہوتی ہے اور C-H بندشی لمبائی 109 pm ہوتی ہے۔

C_2H_4 میں sp^2 مخلوطیت: ایتھین سالمہ کے بننے میں ایک کاربن ایٹم کا ایک sp^2 مخلوط اربٹل دوسرے ایٹم کے sp^2 مخلوط اربٹل کے ساتھ محوری طور پر اوورلیپ کر کے C-C سگما بند بناتا ہے۔ جبکہ ہر ایک کاربن کے باقی دو sp^2 مخلوط اربٹل دو ہائڈروجن ایٹموں کے ساتھ sp^2-s سگما بند بناتے ہیں جبکہ ہر ایک کاربن کے باقی دو sp^2 مخلوط اربٹل دو ہائڈروجن ایٹموں کے ساتھ sp^2-s سگما بند بنانے میں استعمال ہوتے ہیں۔ ایک کاربن ایٹم کا غیر مخلوط اربٹل ($2p_x$ یا $2p_y$) دوسرے کاربن ایٹم کے مماثل اربٹل کے ساتھ پہلوی اوورلیپ کر کے ایک کمزور π بند بناتا ہے جو کاربن اور ہائڈروجن کی سطح کے اوپر اور نیچے دو مساوی الیکٹران بادلوں کی شکل میں رہتا ہے۔

اس طرح ایتھین سالمے میں کاربن-کاربن بانڈ میں ایک sp^2-sp^2 سگما بند ایک π بند ہوتا ہے جو p اربٹل کے درمیان ہوتا ہے جو مخلوطیت میں حصہ نہیں لیتے اور سالمہ کی سطح کے عمودی ہوتے ہیں؛ بندشی لمبائی 134 pm ہوتی ہے۔ C-H بند sp^2-s ہوتا ہے جس کی بندشی

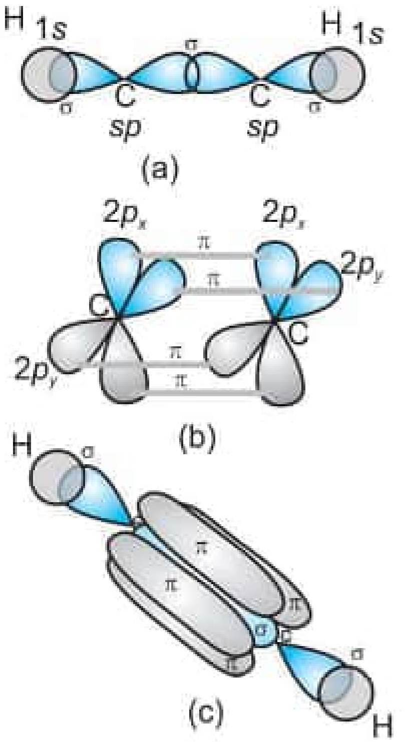


شکل 4.15 ایتھین میں سگما اور پائی بانڈ کا بننا

لمبائی pm 108 ہوتی ہے H-C-H بندشی زاویہ °117.6 جبکہ H-C-C بندشی زاویہ °121 ہوتا ہے۔ ایتھین میں سگما اور پائی بند کا بننا شکل 4.15 میں دکھایا گیا ہے۔

C_2H_2 میں sp مخلوطیت: ایتھائن کے سالمے کی تشکیل میں دونوں کاربن ایٹموں میں sp مخلوطیت ہوتی ہے اور دو غیر مخلوط ارٹبل، یعنی $2p_y$ اور $2p_x$ ہوتے ہیں۔

ایک کاربن ایٹم کا sp مخلوط ارٹبل دوسرے کاربن ایٹم کے sp مخلوط ارٹبل کے ساتھ محوری اوورلیپ کر کے C-C سگما بند بناتے ہیں جبکہ ہر ایک کاربن کا دوسرا مخلوط ارٹبل محوری سطح پر ہائڈروجن ایٹم کے نصف بھرے ہوئے s ارٹبل پر اوورلیپ کر کے σ بند بناتا ہے۔ دونوں کاربن ایٹموں کے دو غیر مخلوط p ارٹبل جانبی اوورلیپ کر کے کاربن ایٹموں کے درمیان دو π بند بناتے ہیں۔ اس طرح دو کاربن ایٹموں کے درمیان تہرے بند میں ایک سگما اور دو پائی بند ہوتے ہیں جیسا کہ شکل 4.16 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 4.16 ایتھائن میں سگما اور پائی بند کا بننا

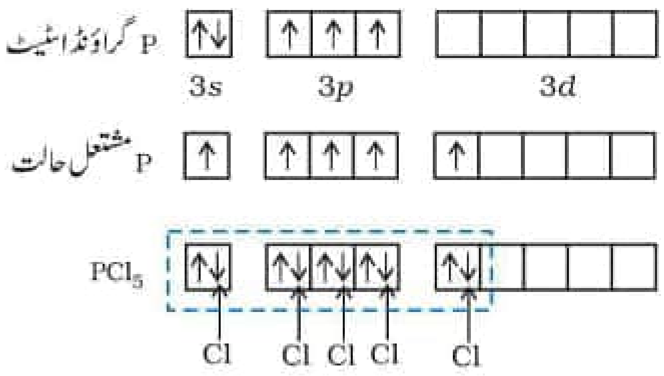
4.6.3 d-اربٹل والے عناصر میں مخلوطیت (Hybridisation of Elements Involving d Orbitals)

تیسرے دور میں پائے جانے والے عناصر میں s- اور p- کے علاوہ d-اربٹل ہوتے ہیں 3d اربٹل کی توانائی کا موازنہ 3s اور 3p اربٹل سے کیا جاسکتا ہے۔3d- اربٹل کی توانائی کا موازنہ 4s اور 4p سے بھی کیا جاسکتا ہے۔نتیجہ کے طور پر 3s، 3p اور 3d یا 3d، 4s اور 4p کے درمیان مخلوطیت ممکن ہوسکتی ہے۔ تاہم چونکہ 3p اور 4s اربٹل کے درمیان توانائی کا فرق بامعنی ہوتا ہے، لہٰذا 3p، 3d اور 4s اربٹل کے ساتھ مخلوطیت ممکن نہیں ہوتی۔

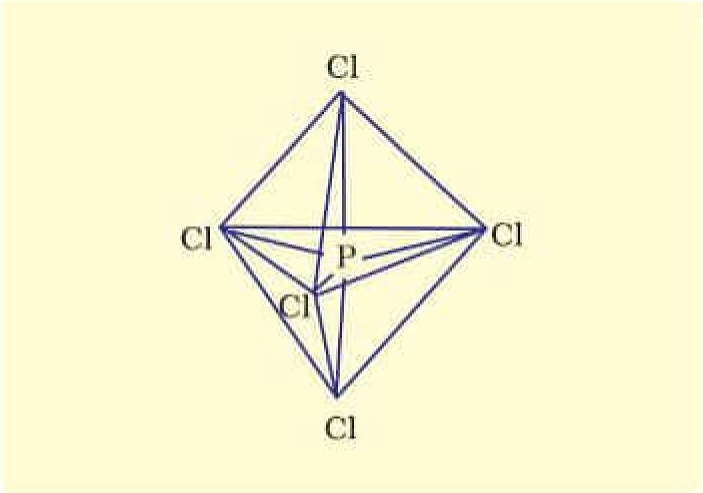
s، p اور d-اربٹل کے ساتھ مخلوطیت کی اسکیم کا خلاصہ مندرجہ ذیل ہے:

سالموں/آینوں کی شکل	مخلوطیت کی قسم	ایٹمی اربٹل	مثالیں
مربع سطحی (Square Planar)	dsp^2	$d+s+p(2)$	$[Ni(CN)_4]^{2-}$, $[Pt(Cl)_4]^{2-}$
ٹرائی گونل بائی پیرامڈل (Trigonal Bipyramidal)	sp^3d	$s+p(3)+d$	PF_5, PCl_5
اسکوائر پیرامڈل (Suqare Pyramidal)	dsp^3	$d+s+p(3)$	BrF_5, $XeOF_4$
آکٹا ہیڈرل	sp^3d^2 d^2sp^3	$s+p(3)+d(2)$ $d(2)+s+p(3)$	SF_6, $[CrF_6]^{3-}$ $[Co(NH_3)_6]^{3+}$

(i) PCl_5 کا بننا (sp^3d مخلوطیت): فاسفورس کی گراؤنڈ اسٹیٹ اور مشتعل حالت کا بیرونی الیکٹرانی تشکل (Z = 15) مندرجہ ذیل ہے۔



sp^3d مخلوط اربٹل پانچ کلورین ایٹموں کے ذریعہ فراہم کرائے گئے الیکٹرانوں سے بھرے ہوئے



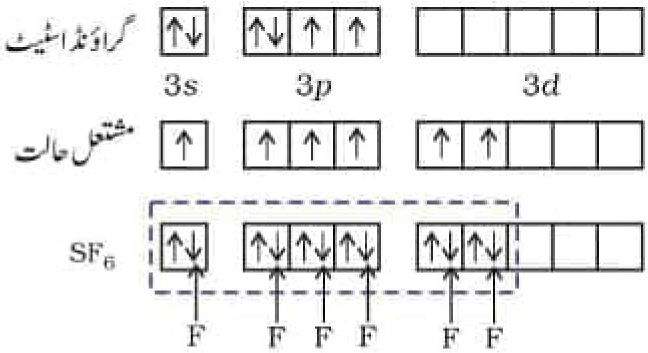
شکل 4.17 PCl_5 سالمہ کی ٹرائی گونل بائی پیرامڈل جیومیٹری

اب پانچ اربٹل (یعنی ایک s، تین p اور ایک d اربٹل) مخلوطیت کے لیے دستیاب ہیں جو sp^3d مخلوط اربٹل کو بنائیں گے جو کہ ٹرائی گونل بائی پیرامڈل کے پانچ کونوں کی سمت میں ہوں گے جیسا کہ شکل 4.17 میں دکھایا گیا ہے۔

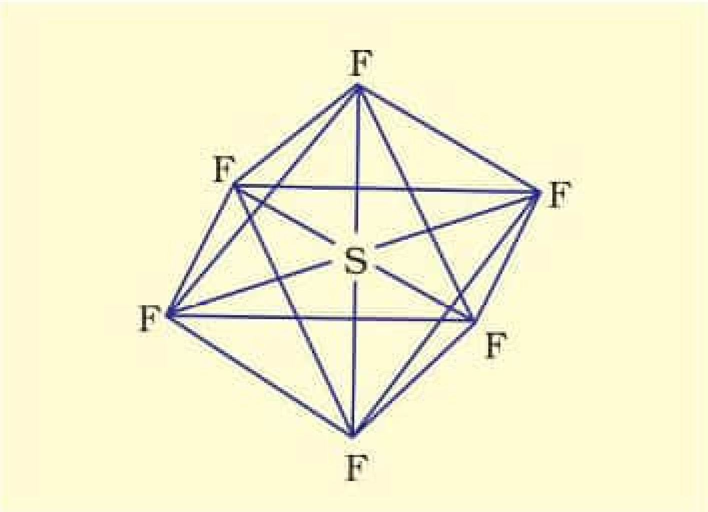
یہ دیکھنا چاہیے کہ ٹرائی گونل بائی پیرامڈل جیومیٹری میں تمام زاویے برابر نہیں ہوتے۔ PCl_5 میں فاسفورس کے پانچ sp^3d مخلوط اربٹل کلورین ایٹم کے p اربٹل، جس میں صرف ایک الیکٹران ہوتا ہے سے اوورلیپ کرکے پانچ P-Cl سگما بند بناتے ہیں۔ تین P-Cl بند ایک ہی سطح پر ہوتے ہیں اور ایک دوسرے سے 120° کا زاویہ بناتے ہیں۔ ان بند کو استوائی بند (Equatorial Bond) کہتے ہیں۔ باقی کے دو P-Cl بند استوائی سطح کے اوپر اور نیچے سطح کے ساتھ 90° کا زاویہ بناتے ہوئے ہوتے ہیں۔ انھیں محوری بند کہتے ہیں۔ چونکہ محوری بند کے جوڑے استوائی بند کے جوڑوں کی طرف سے زیادہ دافع قوت برداشت کرتے ہیں۔ لہٰذا محوری بند، استوائی بند کے مقابلے میں تھوڑے سے لمبے اور کمزور پائے ہوتے ہیں جس کی وجہ سے PCl_5 زیادہ متعامل ہوتا ہے۔

(ii) SF_6 کا بننا ($sp^3\ d^2$ مخلوطیت): SF_6 میں مرکزی ایٹم سلفر کا گراؤنڈ اسٹیٹ میں الیکٹرانی تشکل $3s^2\ 3p^4$ ہے۔ مشتعل حالت میں دستیاب چھ اربٹل یعنی، ایک s، تین p- اور دو d- اربٹل میں ایک ایک

الیکٹران ہوتا ہے۔ یہ اربٹل مخلوطیت کے بعد چھ نئے sp^3d^2 مخلوط اربٹل بناتے ہیں جو SF_6 میں باقاعدہ آکٹاہیڈرن کے چھ کونوں کی سمت ہوتے ہیں۔ یہ چھ sp^3d^2 ہے۔ مخلوط اربٹل فلورین ایٹم کے ایک الیکٹران سے گھرے ہوئے ہوتے ہیں اربٹل پر اوورلیپ کرکے چھ S-F سگما بند بناتے ہیں۔ اس طرح SF_6 سالمے کی ایک باقاعدہ آکٹاہیڈرن شکل ہوتی ہے جیسا کہ شکل 4.18 میں دکھائی گئی ہے۔



sp^3d^2 مخلوطیت



شکل 4.18 SF_6 سالمہ کی آکٹا ہیڈرل جیومیٹری

4.7 مولیکیولر اربٹل تھیوری (Molecular Orbital Theory)

مولیکیولر اربٹل نظریہ 1932 میں الف۔ ہُنڈ اور آر۔ ایس۔ مُلیکن نے تیار کیا تھا۔ اس نظریہ کی خصوصیات مندرجہ ذیل ہیں:

(i) ایک سالمہ میں الیکٹران مختلف مالیکیولر اربٹل میں پائے جاتے ہیں اسی طرح جیسے ایک ایٹم میں الیکٹران ایٹمی اربٹل میں پائے جاتے ہیں۔

(ii) قابل موازنہ توانائی اور مناسب تشاکل کے ایٹمی اربٹل آپس میں مل کر مولیکیولر اربٹل بناتے ہیں۔

(iii) ایک ایٹمی اربٹل میں الیکٹران ایک نیوکلیس کے زیر اثر ہے، جبکہ مالیکیولر اربٹل میں وہ دو یا دو سے زیادہ نیوکلیس اثر میں رہتا ہے اس کا انحصار سالمے میں موجود ایٹوں کی تعداد پر ہوتا ہے۔ لہٰذا ایٹمی اربٹل اکائی مرکزی ہوتا ہے جبکہ مالیکیولر اربٹل کثیر مرکزی ہوتا ہے۔

(iv) بننے والے مولیکیولر اربٹل کی تعداد متحد ہونے والے ایٹمی اربٹل کی تعداد کے برابر ہوتی ہے۔ جب دو ایٹمی اربٹل متحد ہوتے ہیں تو دو مولیکیولر اربٹل بنتے ہیں۔ ایک **بونڈنگ مولیکولر اربٹل** اور دوسرا **اینٹی بونڈنگ اربٹل** کہلاتا ہے۔

(v) بندشی مولیکیولر اربٹل کی توانائی کم ہوتی ہے لہٰذا متعلقہ اینٹی بونڈنگ مولیکولر اوربٹل سے اس کا استحکام زیادہ ہوتا ہے۔

(vi) جس طرح ایک ایٹم میں مرکز کے گرد الیکٹرانوں کا احتمالی بٹاؤ ایک ایٹمی اربٹل سے ظاہر کیا جاتا ہے اسی طرح ایک سالمہ میں مرکزوں کے گروہ کے گرد الیکٹرانوں کا احتمالی بٹاؤ مولیکیولر اوربٹل کے ذریعہ دیا جاتا ہے۔

(viii) ایٹمی اربٹل کی طرح مولیکیولر اربٹل بھی پالی کے اصول اخراج اور ہُنڈ کے قانون کا اتباع کرتے ہوئے آف باؤ کے اصول کے مطابق ہی بھرے جاتے ہیں۔

4.7.1 مولیکیولر آربٹل کا بننا ایٹمی اربٹل کا خطی اتحاد (Formation of Molecular Orbitals Linear Combination of Atomic Orbitals (LCAO))

لہر میکانیات (Wave Mechanics) کے مطابق ایٹمی اربٹل کو لہر تفاعل (ψ) سے ظاہر کرتے ہیں جو الیکٹران لہروں کی وسعت کو ظاہر کرتا ہے۔ انہیں شروڈنجر کی لہر مساوات کے حل سے حاصل کیا جاتا ہے۔ تاہم، چونکہ یہ کسی ایسے نظام کے لیے حل نہیں کی جاسکتی جس میں ایک سے زیادہ الیکٹران ہوں، مولیکیولر اوربٹل جو سالموں کے لیے ایک الیکٹران لہر فنکشن ہوتے ہیں انہیں براہ راست شروڈنجر کی لہر مساوات کے حل سے حاصل کرنا مشکل ہوتا ہے۔ اس مسئلہ پر قابو پانے کے لیے ایک تقریبی طریقہ استعمال کیا گیا جو **ایٹمی اربٹل کا خطی اتحاد** (Linear Combination of Atomic Orbital) کہلاتا ہے۔

آیئے اس طریقہ کو ہومونیوکلیر دو ایٹمی ہائڈروجن سالمے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔ مان لیجیے ہائڈروجن سالمہ دو ایٹم A اور B سے مل کر بنا ہے۔ ہر ایک ہائڈروجن ایٹم اپنی گراؤنڈ اسٹیٹ میں 1s اربٹل میں ایک الیکٹران ہوتا ہے۔ ان ایٹموں کے ایٹمی اربٹل لہر فنکشن ψ_A اور ψ_B سے ظاہر کیے جاسکتے ہیں۔ ریاضیاتی طور پر مالیکیولر اربٹل مالیکیولر اربٹل کا بننا ایٹمی اربٹل کے خطی اتحاد سے ظاہر کیا جاسکتا ہے جو منفرد ایٹمی اربٹل کے لہر فنکشن کے جمع اور گھٹا کرنے سے حاصل ہوسکتا ہے جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے۔

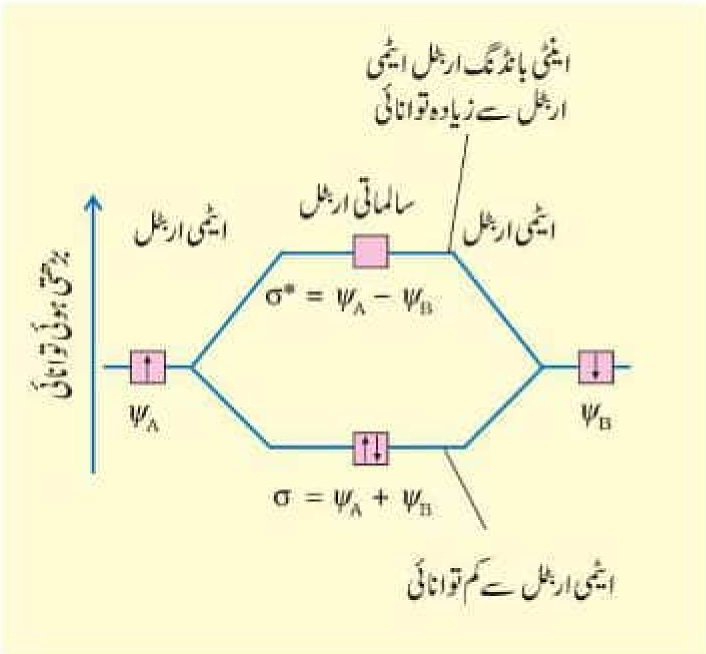
$$\psi_{MO} = \psi_A \pm \psi_B$$

لہٰذا σ اور σ* دو مالیکیولر اربٹل اس طرح بنیں گے۔

$$\sigma = \psi_A + \psi_B$$

$$\sigma^* = \psi_A - \psi_B$$

سالماتی اربٹل σ جو ایٹمی اربٹل کے جمع کرنے سے بنا ہے وہ **بندشی مالیکیولر اربٹل** (Bonding Molecular Orbital) کہلاتا ہے جبکہ سالماتی اربٹل σ* جو ایٹمی اربٹل کی تفریق سے بنتا ہے وہ **اینٹی بانڈنگ مالیکیولر اربٹل** کہلاتا ہے۔ جیسا کہ شکل 4.19 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 4.19 دو ایٹم A اور B کے مرکز پر ایٹمی اربٹل ψ_A اور ψ_B کے خطی اتحاد سے بننے والے بانڈنگ (σ) اور اینٹی بانڈنگ (σ*) مولیکیولر اربٹل کا بننا

کیفیتی طور پر، سالماتی اربٹل کا بننا اتحادی ایٹموں کی الیکٹرانی لہروں کی تعمیری اور تخریبی تداخل (Constructive and Distructive Interference) کی اصطلاحات میں سمجھا جاسکتا ہے۔ بانڈنگ مالیکیولر اربٹل کے بننے میں بندشی ایٹموں کی دو الیکٹران لہریں ایک دوسرے کو تعمیری تداخل کے سبب تقویت پہنچاتی ہیں جبکہ اینٹی بانڈنگ مالیکیولر اربٹل کے بنے میں الیکٹران لہریں تخریبی تداخل کی وجہ سے ایک دوسرے کو رد کر دیتی ہیں۔ نتیجہ کے طور پر بانڈنگ مالیکیولر اربٹل کی الیکٹران کثافت اتحادی ایٹموں کے مرکزوں کے درمیان قائم رہتی ہے جس کی وجہ سے نیوکلیس کے درمیان دفع بہت کم ہوتا ہے جبکہ اینٹی بانڈنگ مولیکیولر اربٹل میں زیادہ تر الیکٹران کثافت کے درمیان کی جگہ سے دور ہوتے ہیں۔ دراصل مرکزوں کے درمیان ایک نوڈل مستوی ہوتا ہے (جس پر الیکٹران کثافت صفر ہوتی ہے) جس کی وجہ سے نیوکلیس کے درمیان قوت دافعہ زیادہ ہوتی ہے۔ گرفتی مالیکیولر اربٹل میں موجود الیکٹران مرکزوں کو ایک ساتھ تھامے رہتے ہیں جس کی وجہ سے سالمہ مستحکم ہو جاتا ہے۔ لہٰذا ایک گرفتی مالیکیولر اربٹل میں ہمیشہ ان دونوں ایٹمی اربٹل سے کم توانائی ہوتی ہے جن سے مل کر وہ بنتے ہیں۔ اس کے برعکس وہ الیکٹران جو اینٹی بانڈنگ مالیکیولر اربٹل میں ہوتے ہیں وہ سالمہ کو غیر مستحکم کرتے ہیں۔ یہ اس وجہ سے ہوتا ہے کہ اس اربٹل میں الیکٹرانوں کی آپسی قوت دافعہ الیکٹرانوں اور نیوکلیس کے درمیان کشش سے زیادہ ہوتی ہے جس کی وجہ سے کل توانائی میں اضافہ ہوتا ہے۔

یہ بات قابلِ غور ہے کہ اینٹی بانڈنگ اربٹل کی توانائی ان ایٹمی اربٹل سے اوپر اٹھ جاتی ہے جن اربٹل سے مل کر وہ بنتے ہیں جبکہ بندشی اربٹل کی توانائی ان سے نیچے گر جاتی ہے جو ان کے بنانے والے ہیں۔ تاہم، دونوں مالیکیولر اربٹل کی کُل توانائی اتنی ہی رہتی ہے جتنی کہ ابتدائی دو ایٹمی اربٹل کی ہوتی ہے۔

4.7.2 ایٹمی اربٹل کے اتحاد کی شرائط (Conditions for the Combination of Atomic Orbitals)

مالیکیولر اربٹل بنانے کے لیے ایٹمی اربٹل کا خطی اتحاد اسی وقت ممکن ہے جبکہ مندرجہ ذیل شرائط پوری ہوسکیں۔

1۔ اتحادی ایٹمی اربٹل کی توانائی تقریباً یکساں ہونی چاہیے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ 1s اربٹل 1s اربٹل کے ساتھ ہی اتحاد کرسکتا ہے لیکن 2s کے ساتھ نہیں کیونکہ 2s- اربٹل کی توانائی 1s- اربٹل سے

خاصی زیادہ ہوتی ہے۔ یہ اس وقت درست نہیں ہوگا جب ایٹم بہت مختلف ہوں گے۔

2۔ متحد ہونے والے ایٹمی اربٹل کا تشاکل سالمی محور کے برابر ہونا چاہیے۔ روایت کے مطابق z- محور کو سالماتی محور کے طور پر لیا جاتا ہے۔ یہ بات قابلِ غور ہے کہ برابر اور تقریباً برابر توانائی والے ایٹمی اربٹل بھی اتحاد نہیں کرتے ہیں اگر ان کا تشاکل برابر نہ ہو۔ مثال کے طور پر کسی ایٹم کے $2p_z$ اربٹل دوسرے ایٹم کے $2p_z$ اربٹل کے ساتھ ہی اتحاد کریں گے نہ کہ $2p_x$ یا $2p_y$ سے کیونکہ ان کا تشاکل مختلف ہے۔

3۔ متحد ہونے والے ایٹمی اربٹل کا اوورلیپ زیادہ سے زیادہ ہونا چاہیے۔ جتنا زیادہ اوورلیپ ہوگا مالیکیولر اربٹل کے مرکزوں کے درمیان اتنی ہی زیادہ الیکٹران کثافت ہوگی۔

4.7.3 مالیکیولر اربٹل کی قسمیں (Types of Molecular Orbitals)

دو ایٹمی سالمات کے مالیکیولر اربٹل کو σ (سگما) π (پائی) اور δ (ڈیلٹا) سے ظاہر کرتے ہیں۔

اس تسمیہ میں **'سگما (σ) مالیکیولر اربٹل بند-محور کے گرد تشاکلی ہوتے ہیں جبکہ پائی (π) مالیکیولر اربٹل تشاکلی نہیں ہوتے۔'** مثال کے طور پر 1s- اربٹل کا خطی اتحاد جو دو مرکزوں کے گرد ہوتا ہے اور دو مالیکیولر اربٹل بناتا ہے جو بند-محور کے گرد تشاکلی ہوتے ہیں۔ ایسے مالیکیولر اربٹل σ قسم کے ہوتے ہیں اور ان کو σ1s اور 1s *σ سے ظاہر کرتے ہیں (شکل (4.20(a))۔ **'اگر بین مرکزی محور z- سمت میں لیا جائے تو یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ دو ایٹموں کے 2pz اربٹل کا خطی اتحاد بھی دو سگما مالیکیولر اربٹل بناتا ہے جن کو $\sigma 2p_z$ اور σ^*2p_z سے ظاہر کرتے ہیں (شکل (4.20(b))۔**

$2p_x$ اور $2p_y$ سے حاصل ہونے والے مالیکیولر اربٹل بانڈ-محور کے گرد تشاکلی نہیں ہوتے کیونکہ سالماتی سطح کے اوپر مثبت لوب اور نیچے منفی لوب ہوتا ہے۔ ایسے مالیکیولر اربٹل کو π اور *π سے ظاہر کرتے ہیں (شکل (4.20(c))۔ π- بانڈنگ مالیکیولر اربٹل میں بین مرکزی محور کے اوپر اور نیچے الیکٹران- کثافت زیادہ ہوتی ہے۔ *π اینٹی بانڈنگ مالیکیولر اربٹل میں مرکزوں کے درمیان نوڈ ہوتی ہے۔

4.7.4 مالیکیولر اربٹل کے انرجی لیول ڈائیگرام (Energy Level Diagram for Molecular Orbitals)

ہم نے دیکھا کہ دو ایٹموں کے 1s ایٹموں اربٹل دو مالیکیولر اربٹل σ1s اور σ1s* بناتے ہیں۔ اسی طرح 2s اور 2p ایٹمی اربٹل (دو ایٹموں پر آٹھ ایٹمی اربٹل) مل کر مندرجہ ذیل آٹھ مالیکیولر اربٹل دیتے ہیں۔

اینٹی بانڈنگ مالیکیولر اربٹل σ^*2s σ^*2p_z π^*2p_x π^*2p_y

بانڈنگ مولیکیولر اربٹل $\sigma 2s$ $\sigma 2p_z$ $\pi 2p_x$ $\pi 2p_y$

ان مالیکیولر اربٹل کے انرجی لیول دوری جدول کی دوسری قطار کے عناصر کے متجانس دو ایٹمی سالموں کے تجرباتی طور پر حاصل شدہ اسپیکٹر واسکوپک اعداد و شمار کی مدد سے معلوم کیے گئے ہیں۔ O_2 اور F_2 کے مختلف مالیکیولر اربٹل کی توانائی کی بڑھتی ہوئی ترتیب مندرجہ ذیل ہے:

$$\sigma 1s < \sigma^*1s < \sigma 2s < \sigma^*2s < \sigma 2p_z < (\pi 2p_x = \pi 2p_y) < (\pi^*2p_x = \pi^*2p_y) < \sigma^*2p_z$$

تاہم مالیکیولر اربٹل کی توانائی کے درجات کی یہ ترتیب باقی سالموں، Li_2، Be_2، B_2، C_2، N_2 کے لیے صحیح نہیں ہے۔ مثال کے طور پر تجرباتی طور پر یہ دیکھا گیا ہے کہ B_2، C_2، N_2 وغیرہ جیسے سالمات کے لیے مختلف مالیکیولر اربٹل کے لیے توانائی کی بڑھتی ہوئی ترتیب مندرجہ ذیل ہے۔

$$\sigma 1s < \sigma^*1s < \sigma 2s < \sigma^*2s < (\pi 2p_x = \pi 2p_y) < \sigma 2p_z < (\pi^*2p_x = \pi^*2p_y) < \sigma^*2p_z$$

اس ترتیب کی اہم خصوصیت یہ ہے کہ $<\sigma 2p_z$ مالیکیولر اربٹل کی توانائی π^*2p_x اور $\pi 2p_y$ مالیکیولر اربٹل سے زیادہ ہے۔

4.7.5 الیکٹرانی تشکل اور سالماتی طرز عمل (Electronic Configuration and Molecular Behaviour)

مختلف مالیکیولر اربٹل میں الیکٹرانوں کا بٹاؤ سالمے کا **الیکٹرانی تشکل** کہلاتا ہے۔ سالمے کے الیکٹرانی تشکل سے یہ ممکن ہے کہ سالمے سے متعلق اہم معلومات حاصل کی جاسکیں جیسا کہ نیچے بیان کیا گیا ہے۔

سالموں کا استحکام: اگر بانڈنگ اربٹل میں الیکٹرانوں کی تعداد N_b ہے اور اینٹی بانڈنگ اربٹل میں الیکٹرانوں کی تعداد N_a ہے تو:

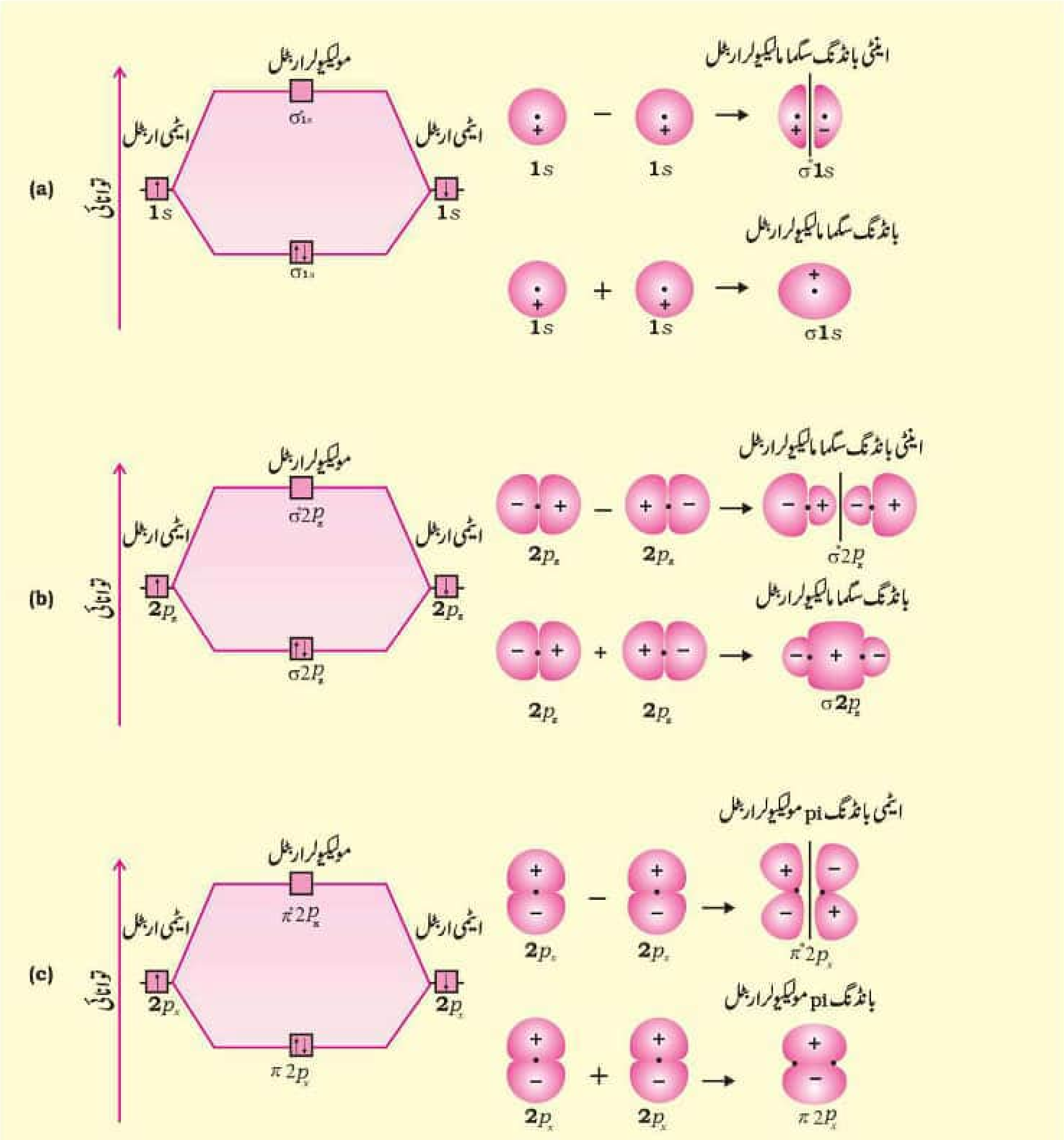
(i) اگر N_b، N_a سے زیادہ ہے تو سالمہ مستحکم ہوگا اور

(ii) سالمہ غیر مستحکم ہوگا اگر N_b، N_a سے کم ہے۔

(i) میں زیادہ باؤنڈنگ اربٹل بھرے ہوئے ہیں لہٰذا باؤنڈنگ کا اثر زیادہ ہوگا اور سالمہ مستحکم ہوگا۔ (ii) اینٹی باؤنڈنگ اربٹل کا اثر زیادہ ہے لہٰذا سالمہ غیر مستحکم ہوگا۔

باؤنڈ آرڈر (Bond Order)

بونڈ آرڈر (BO) کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ یہ باؤنڈنگ اور اینٹی باؤنڈنگ اربٹل میں موجود الیکٹرانوں کی تعداد میں فرق کے آدھے کی برابر ہوتا ہے۔ یعنی



شکل 4.20 (a) 1s- ایٹمی اربٹل، (b) $2p_z$ ایٹمی اربٹل اور (c) $2p_x$ ایٹمی اربٹل کے اتحاد سے بننے والے باؤنڈنگ اور اینٹی باؤنڈنگ مالیکیولر اربٹل کی توانائیاں اور خدوخال

$$(BO) = \frac{1}{2}(N_b - N_a)$$

سالموں کی استحکام سے متعلق اوپر بیان کیے گئے اصولوں کو بانڈ آرڈر کی اصطلاحات میں مندرجہ ذیل طریقہ سے دوبارہ بیان کیا جاسکتا ہے۔ ایک مثبت بانڈآرڈر (یعنی $N_b > N_a$) یا صفر (یعنی $N_a = N_b$) کا مطلب ہے غیر مستحکم سالمہ۔

بند کی فطرت (Nature of the Bond)

بانڈ آرڈر کی تکملی قیمتیں 1، 2 یا 3 اکہرے، دوہرے یا تہرے بند کو ظاہر کرتی ہیں جیسا کہ ہم نے کلاسیکی تصور میں پڑھا تھا۔

بندشی لمبائی (Bond-length)

ایک سالمہ میں دو ایٹموں کے درمیان بانڈ آرڈر کو بندشی لمبائی کی قریبی پیائش کے طور پر لیا جاسکتا ہے جب بانڈ آرڈر بڑھتا ہے تو بندشی لمبائی کم ہوتی ہے۔

مقناطیسی فطرت (Magnetic Nature)

اگر کسی سالمے میں تمام مالیکیولر آربٹل دوہرے (یا دو الیکٹرانوں سے) گھرے ہوئے ہیں تو وہ شے ڈایا مقناطیسی (Diamagnetic) ہوگی (مقناطیسی میدان سے مدافعت کرے گی)۔ بہر حال اگر ایک یا زیادہ مالیکیولر آربٹل میں اکہرے الیکٹران ہیں تو وہ پیرامیگنیٹک (Paramagnetic) ہوگی (مقناطیسی میدان کے تئیں کشش رکھے گی)۔ مثال کے طور پر O_2 کا سالمہ۔

4.8 ہم نیوکلیائی دوایٹمی سالموں میں بندش (Bonding in Some Homonuclear Diatomic Molecules)

اس سیکشن میں ہم کچھ ہم نیوکلیائی دوایٹمی سالموں میں بندش پر بحث کریں گے۔

1. ہائڈروجن سالمہ (H_2): یہ دو ہائڈروجن ایٹموں کے ملنے سے بنتا ہے۔ ہر ایک ہائڈروجن ایٹم کے 1s اربٹل میں ایک الیکٹران ہوتا ہے۔ لہٰذا، ہائڈروجن کے سالمہ میں کل دو الیکٹران ہوتے ہیں جو σ1s مالیکیولر آربٹل میں موجود ہوتے ہیں۔ لہٰذا ہائڈروجن سالمے کا الیکٹرانی تشکل ہوتا ہے:

$$H_2 : [\sigma 1s]^2$$

ہائڈروجن سالمے H_2 کا بانڈ آرڈر مندرجہ ذیل طریقے سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔

$$\text{بانڈ آرڈر} = \frac{N_b - N_a}{2} = \frac{2-0}{2} = 1$$

اس کا مطلب ہے کہ ہائڈروجن کے دو ایٹم آپس میں اکہرے بند سے بندھے ہوئے ہوتے ہیں۔ ہائڈروجن سالمے کی بند افتراق توانائی 438 kJ mol^{-1} معلوم کی گئی ہے اور بندشی لمبائی 74 pm ہے۔ چونکہ ہائڈروجن کے سالمے میں کوئی بھی بغیر جوڑے والا الیکٹران نہیں ہے لہٰذا یہ ڈایا مقناطیسی ہوتا ہے۔

2. ہیلیم سالمہ (He): ہیلیم ایٹم کا الیکٹرانی تشکل $1s^2$ ہے۔ ہیلیم کے ہر ایک ایٹم میں دو الیکٹران ہوتے ہیں لہٰذا ہیلیم کے سالمہ میں چار (4) الیکٹران ہوں گے۔ یہ الیکٹران σ1s اور σ*1s مالیکیولر آربٹل میں ہوتے ہیں جس کی وجہ سے الیکٹرانی تشکل مندرجہ ذیل ہوتا ہے۔

$$He_2 : (\sigma 1s)^2\ (\sigma^* 1s)^2$$

ہیلیم کا بانڈ آرڈر ہوگا $\frac{1}{2}(2-2) = 0$

He_2 سالمہ لہٰذا غیر مستحکم ہے اور پایا نہیں جاتا۔

اسی طرح یہ بھی دکھایا جاسکتا ہے کہ Be_2 سالمہ $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^* 1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^* 2s)^2$ بھی نہیں پایا جاتا۔

3. لیتھیم سالمہ (Li_2): لیتھیم کا الیکٹرانی تشکل $1s^2$، $2s^1$ ہے Li_2 میں چھ الیکٹران ہیں۔ لہٰذا Li_2 سالمہ کا الیکٹرانی تشکل، $Li_2 : (\sigma 1s)^2\ (\sigma^* 1s)^2\ (\sigma 2s)^2$ ہوگا۔

مندرجہ بالا تشکل کو اس طرح بھی لکھ سکتے ہیں $KK[\sigma 2s]^2$، جہاں KK بند K شیل $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^* 1s)^2$ کو ظاہر کرتے ہیں۔

Li_2 کے الیکٹرانی تشکل سے یہ بات ظاہر ہے کہ بانڈنگ مالیکیولر آربٹل میں چار الیکٹران موجود ہیں اور دو الیکٹران اینٹی بانڈنگ مالیکیولر آربٹل میں موجود ہیں۔ لہٰذا اس کا بانڈ آرڈر، $\frac{1}{2}(4-2) = 1$ ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ Li_2 سالمہ مستحکم ہے اور چونکہ اس کے پاس غیر جوڑے کے الیکٹران نہیں ہیں لہٰذا یہ ڈایا مقناطیسی ہوگا۔ درحقیقت ڈایا مقناطیسی Li_2 سالمے بخارات کی شکل میں پائے جاتے ہیں۔

4. کاربن سالمہ (C_2): کاربن کا الیکٹرانی تشکل $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$ ہے۔ C_2 میں بارہ الیکٹران ہوتے ہیں۔ لہٰذا، C_2 سالمہ کا الیکٹرانی تشکل:

$$C_2 : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\pi 2p_x^2 = \pi 2p_y^2)$$

یا $KK(\sigma 2s)^2(\sigma^*2s)^2(\pi 2p_x^2 = \pi 2p_y^2)$

کاربن کا بانڈ آرڈر 2 = (4 − 8)½ ہے اور C_2 ڈایا مقناطیسی ہونا چاہیے۔ حقیقت میں بخارات کی شکل میں C_2 سالمے پائے گئے ہیں۔ یہ بات نوٹ کرنے لائق ہے کہ C_2 میں دوہرا بند دونوں پائی بند پر مشتمل ہوتا ہے کیونکہ دو پائی مالیکولر اربٹل میں چار الیکٹران موجود ہوتے ہیں۔ دوسرے زیادہ تر سالموں کے دوہرے بند میں ایک سگما اور دوسرا پائی بند ہوتا ہے۔ اسی طریقے سے N_2 سالمے میں بندش پر بحث کی جاسکتی ہے۔

5. آکسیجن سالمہ (O_2) : آکسیجن ایٹم کا الیکٹرانی تشکیل $1s^2 2s^2 2p^4$ ہے۔ ہر ایک آکسیجن ایٹم کے پاس 8 الیکٹران ہیں لہٰذا O_2 سالمہ میں 16 الیکٹران ہوں گے۔ O_2 سالمہ کا الیکٹرانی تشکیل اس طرح

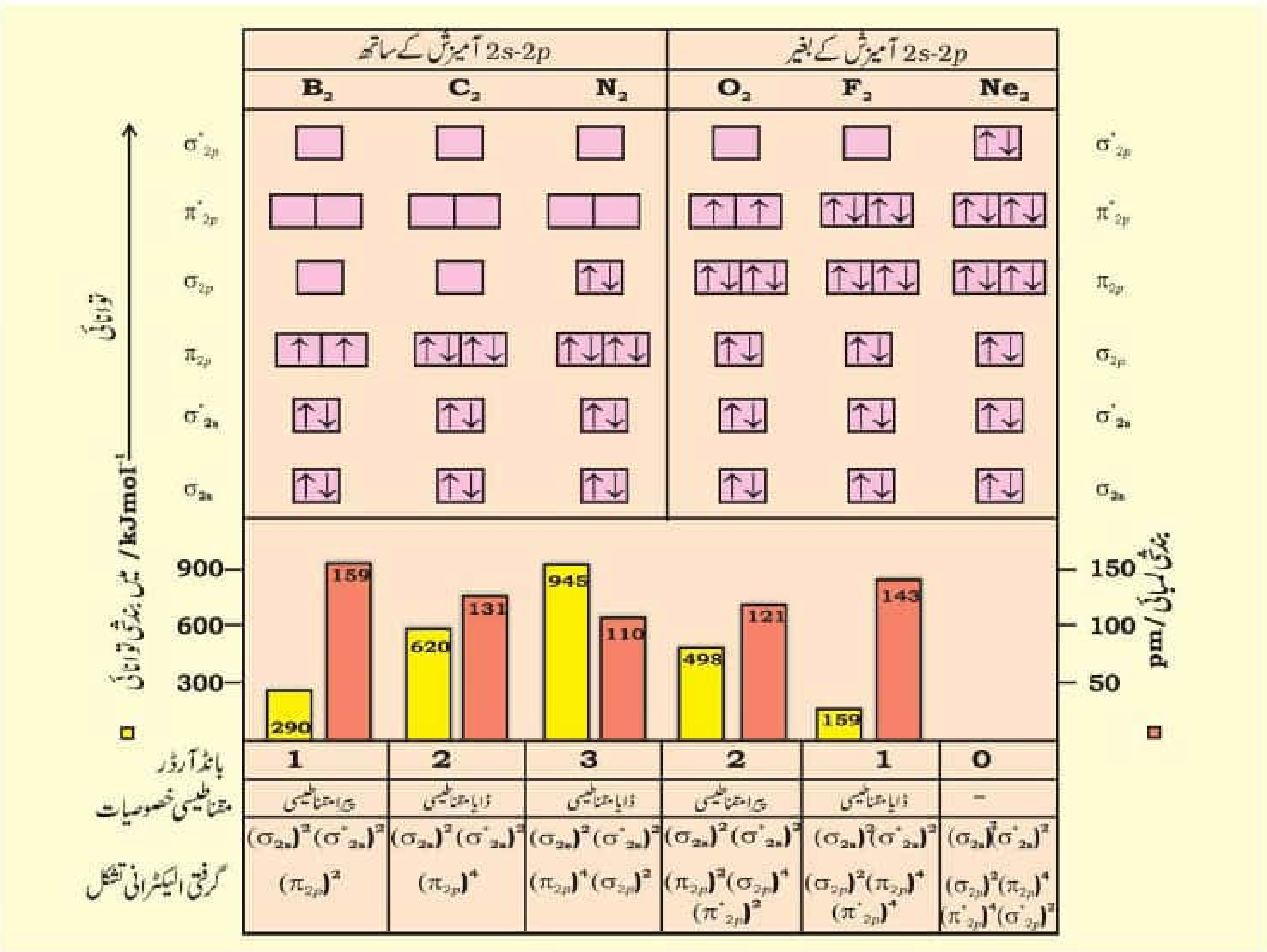
$$O_2: (\sigma 1s)^2(\sigma^*1s)^2(\sigma 2s)^2(\sigma^*2s)^2(\sigma 2p_z)^2$$
$$(\pi 2p_x^2 \equiv \pi 2p_y^2)\ (\pi^*2p_x^1 \equiv \pi^*2p_y^1)$$

$$O_2: \left[\begin{array}{c} KK(\sigma 2s)^2(\sigma^*2s)^2(\sigma 2p_z)^2 \\ (\pi 2p_x^2 \equiv \pi 2p_y^2),(\pi^*2p_x^1 \equiv \pi^*2p_y^1) \end{array}\right]$$ ہوگا۔

O_2 سالمے کے الیکٹرانی تشکیل سے یہ واضح ہوتا ہے کہ بانڈنگ مالیکولر اربٹل میں 10 (دس) الیکٹران موجود ہیں اور 6 الیکٹران اینٹی بانڈنگ مالیکولر اربٹل میں موجود ہیں۔ لہٰذا اس کا

$$\text{بونڈ آرڈر} = \frac{1}{2}[N_b - N_a] = \frac{1}{2}[10-6] = 2$$

لہٰذا آکسیجن کے سالمے میں ایٹم دوہرے بند سے بندھے ہوئے ہوتے ہیں۔ اس کے علاوہ یہ بھی دیکھا گیا ہے کہ اس کے پاس دو بغیر جوڑے کے الیکٹران π^*2p_x اور π^*2p_y مالیکولر اربٹل میں موجود ہیں۔ **لہٰذا O_2 سالمہ، ایک پیرا مقناطیسی سالمہ ہونا چاہیے۔ ایک اندازہ جس کی تصدیق تجرباتی مشاہدہ سے ہوتی ہے۔** اس طرح یہ نظریہ آکسیجن کی پیرا مقناطیسی فطرت کی کامیابی کے ساتھ وضاحت کرتا ہے۔



شکل 4.21 B_2 سے Ne_2 تک عناصر کے لیے MO کے بھراؤ اور سالمی خصوصیات

اسی طرح دوری جدول کے دوسرے دور کے عناصر کے دوسرے ہم نیوکلیائی دو ایٹمی سالموں کے الیکٹرانی تشکل بھی لکھے جا سکتے ہیں۔ شکل 4.21 میں B_2 سے Ne_2 تک عناصر کی سالمی خصوصیات اور مالیکولر اربٹل کا بھراؤ دیا گیا ہے۔ مالیکولر اربٹل کی ترتیب اور ان کے الیکٹرانوں کی تعداد دکھائی گئی ہے۔ بندشی توانائی، بندشی لمبائی، بانڈ آرڈر، مقناطیسی خصوصیات اور بندشی الیکٹران تشکل آربٹل ڈائیگرام کے نیچے دکھائے گئے ہیں۔

4.9 ہائڈروجن بندش (Hydrogen Bonding)

نائٹروجن، آکسیجن اور فلورین انتہائی الیکٹران منفی عناصر ہیں۔ جب یہ شریک گرفت بند بنانے کے لیے ہائڈروجن کے ساتھ جڑتے ہیں تو شریک بندش بند کے الیکٹران زیادہ الیکٹران منفی عنصر کی سمت کھسک جاتے ہیں۔ یہ جُزوی مثبت چارج والے ہائڈروجن دوسرے زیادہ الیکٹرونگیٹو ایٹم کے ساتھ ایک بند بناتے ہیں۔ اس بند کو ہائڈروجن بند کہتے ہیں اور یہ شریک گرفت بند سے کمزور ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر HF سالمے میں ایک سالمے کے ہائڈروجن ایٹم اور دوسرے سالمے کے فلورین ایٹم کے درمیان ہائڈروجن بند ہوتا ہے جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

$$---H^{\delta+}-F^{\delta-}---H^{\delta+}-F^{\delta-}---H^{\delta+}-F^{\delta-}$$

یہاں ہائڈروجن بند ایک پُل کی طرح کام کرتا ہے جو ایک ایٹم کو شریک گرفت بونڈ کے ذریعہ اور دوسرے ایٹم کو ہائڈروجن بند کے ذریعہ باندھے رکھتا ہے۔

ہائڈروجن بند کو ٹوٹی ہوئی لائن (- - -) سے ظاہر کرتے ہیں جبکہ ایک ٹھوس لائن شریک بندش بند کو ظاہر کرتی ہے۔ لہٰذا ہائڈروجن بند کی تعریف ہم اس طرح کر سکتے ہیں کہ یہ وہ قوت کشش ہے جو ایک سالمے کے ہائڈروجن ایٹم کو دوسرے سالمے کے برقی منفی ایٹم (F،O یا N) سے باندھتی ہے۔

4.9.1 ہائڈروجن بند بننے کی وجوہات (Cause of Formation of Hydrogen Bond)

جب ہائڈروجن ایک بہت زیادہ برقی منفی عنصر X کے ساتھ جڑتا ہے تو دونوں ایٹموں کے درمیان مشترک الیکٹرانوں کا جوڑا ہائڈروجن سے دور ہو جاتا ہے جس کے نتیجہ میں ہائڈروجن دوسرے عنصر X کے مقابلے میں بہت زیادہ برقی مثبت ہو جاتا ہے۔ چونکہ الیکٹران X کی سمت کھسک جاتے ہیں لہٰذا ہائڈروجن پر ایک جزوی مثبت چارج آ جاتا ہے (δ^+) جبکہ X پر جزوی منفی چارج (δ^-) آ جاتا ہے۔ اس کے نتیجے میں قطبی سالمہ بنتا ہے جس میں برقی سکونی قوتِ کشش ہوتی ہے اور جسے مندرجہ ذیل طریقہ سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$H^{\delta+}-X^{\delta-}---H^{\delta+}-X^{\delta-}---H^{\delta+}-X^{\delta-}$$

ہائڈروجن بند کی قدر مرکب کی طبعی حالت پر منحصر ہوتی ہے۔ یہ ٹھوس حالت میں سب سے زیادہ ہوتی ہے اور گیسی حالت میں سب سے کم۔ اس طرح ہائڈروجن بند مرکب کی ساخت اور اس کی خصوصیات پر بہت زیادہ اثر ڈالتا ہے۔

4.9.2 H-بند کی قسمیں (Types of H-Bonds)

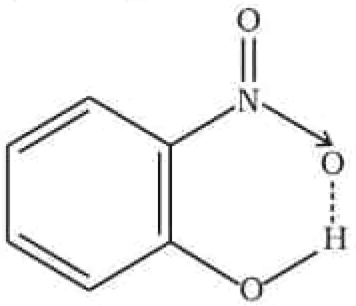
H-بند دو قسم کے ہوتے ہیں

(i) بین سالمی ہائڈروجن بند (Intermolecular Hydrogen Bond)

(ii) درون سالمی ہائڈروجن بند (Intramolecular Hydrogen Bond)

(I) بین سالمی ہائڈروجن بند: یہ کسی ایک یا مختلف مرکب کے دو مختلف سالموں کے درمیان بنتے ہیں: مثال کے طور پر HF سالمے، الکوحل یا H_2O وغیرہ کے سالموں میں H بند۔

(II) درون سالمی ہائڈروجن بند: یہ اس وقت بنتے ہیں جب ہائڈروجن دو بہت زیادہ برقی منفی (F, O, N) ایٹموں کے درمیان ہو جو ایک ہی سالمے کے اندر ہوں۔ مثال کے طور پر O-نائٹرو فینول میں ہائڈروجن، دو آکسیجن کے ایٹموں کے درمیان ہوتی ہے (شکل 4.20)۔



شکل 4.20 O-نائٹروفینول سالمے میں درون سالمی ہائڈروجن بندش

خلاصہ

برقی مثبت اور برقی منفی آینوں کے بننے کے عمل میں کوسیل کی پہلی بصیرت کا تعلق آینوں کے ذریعہ نوبل گیس تشکل حاصل کرنے کے عمل سے تعلق رکھتا ہے۔آینوں کے درمیان برقی سکونی کشش ان کے استحکام کا سبب ہوتی ہے۔اس نے **برقی گرفت** کے تصور کو پیدا کیا۔

شریک گرفت بندش کا پہلا بیان لیوئس نے دو ایٹموں کے درمیان الیکٹران جوڑے کی شرکت کی اصطلاح میں دیا تھا اور اس نے الیکٹرانوں کے اشتراک کے نتیجے میں متعامل ایٹموں کے نوبل گیس تشکل حاصل کرنے کے عمل کے درمیان تعلق بتایا ہے۔ لیوئس کی نقطہ علامات (Lewis Dot Symbol) ایک دیے ہوئے عنصر کے گرفتی الیکٹرانوں کی تعداد کو ظاہر کرتے ہیں اور لیوئس نقطہ ساختیں سالموں میں بندش کا تصویری اظہار ہیں۔

ایک آینی مرکب کی شکل مثبت اور آینوں کے ایک باترتیب سہ ابعادی مجموعہ کی شکل میں ہوتی ہے جسے کرسٹل لیٹس (Crystal Latice) کہتے ہیں۔ قلمی ٹھوس میں مثبت اور منفی آینوں کے درمیان ایک چارج کا توازن ہوتا ہے۔قلمی جالی **لیٹس تشکیل کی اینتھالپی** کے ذریعہ مستحکم ہوتی ہے۔

ایک اکہرا شریک گرفت بند دو ایٹموں کے درمیان ایک الیکٹران جوڑے کے اشتراک سے بنتا ہے، کثیر بند الیکٹرانوں کے دو یا تین جوڑوں کے اشتراک سے بنتے ہیں کچھ عناصر میں الیکٹرانوں کے اضافی جوڑے ہوتے ہیں جو بندش میں حصّہ نہیں لیتے۔ان کو الیکٹرانوں کے تنہا جوڑے کہتے ہیں۔ لیوئس ڈاٹ ساخت سالموں کے ہر ایک ایٹم کے گرد بندشی جوڑے اور تنہا جوڑے کی ترتیب کو دکھاتی ہے۔ **کیمیائی بندش سے تعلق رکھنے والے اہم پیرامیٹر جیسے: بندشی لمبائی، بندشی زاویہ، بند اینتھالپی، بانڈ آرڈر اور بند قطبیت مرکبات کی خصوصیات پر بامعنی اثرات رکھتے ہیں۔**

سالمات اور کثیر ایٹمی آینوں کی ایک بڑی تعداد ایک لیوئس ساخت سے ظاہر نہیں کی جاسکتی اور یکساں ساختی ڈھانچہ کی بنیاد پر کئی تفصیلات لکھی جاتی ہیں اور یہ سب مل کر سالمہ یا آین کو ظاہر کرتے ہیں۔ یہ ایک بہت اہم اور انتہائی مفید تصور ہے جو **گمک (Resonance)** کہلاتا ہے۔ یہ اشتراکی ساختیں یا مستند شکلیں ایک ساتھ مل کر گمک مخلوط بناتی ہیں جو سالمہ یا آین کو ظاہر کرتی ہے۔

وی ایس ای پی آر (VSEPR) ماڈل کا استعمال سالموں کی جیومیٹریائی اشکال کی پیشین گوئی کے لیے کیا جاتا ہے جس کی بنیاد وہ مفروضہ ہے کہ الیکٹران کے جوڑے ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں اور ایک دوسرے سے زیادہ سے زیادہ ممکنہ فاصلے پر رہنے کی کوشش کرتے ہیں۔اس ماڈل کے مطابق "سالمی جیومیٹری لون پیئر-لون پیئر، لون پیئر-بونڈنگ پیئر اور بونڈنگ پیئر-بونڈنگ پیئر کے درمیان دفع کی بنیاد پر طے کی جاتی ہے" ان دافع قوتوں کی ترتیب کا تسلسل اس طرح ہوتی ہے: lp-lp > lp-bp > bp-bp

شریک گرفت بندش کے لیے **گرفت بند طرز رسائی (Valence Bond Approach)** کا بنیادی تعلق دراصل شریک گرفت بند بننے کے لیے درکار توانائیوں سے ہے جس کے متعلق لیوئس اور ویسپار ماڈل خاموش ہیں۔ بنیادی طور پر وی بی نظریہ بند بننے کے عمل پر اربٹل کے انطباق (Overlap) کی اصطلاح میں بحث کرتا ہے۔مثال کے طور پر دو H ایٹم سے H_2 سالمے کی تشکیل میں دونوں H ایٹم کے 1s اربٹل کے انطباق شامل ہیں جن میں ایک ایک الیکٹران موجود ہے۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ جیسے جیسے دونوں ہائڈروجن ایٹم ایک دوسرے کے نزدیک آتے ہیں تو اس نظام کی مضمر توانائی کم ہوجاتی ہے۔ بین مرکزی متوازن فاصلے بندشی فاصلے پر یہ توانائی کم سے کم ہوجاتی ہے۔ان نیوکلیس کو مزید قریب لانے کی کوشش توانائی میں فوری اضافہ کردے گی اور سالمہ کو غیر مستحکم بنادے گی۔ انطباق کی وجہ سے نیوکلیس کے درمیان الیکٹران کی کثافت بڑھ جاتی ہے جو دونوں مرکزوں کو نزدیک لانے میں مدد کرتی ہے۔ تاہم یہ دیکھا گیا ہے کہ اصل بانڈ اینتھالپی اور بندشی لمبائی کی قدریں محض انطباق سے حاصل نہیں ہوتیں بلکہ دوسرے متغیروں کو بھی اس میں شامل کرنا لازمی ہے۔

کثیر ایٹمی سالموں کی مخصوص شکل کی وضاحت کے لیے پالنگ نے **ایٹمی اربٹل کی مخلوطیت** کا تصور پیش کیا تھا۔ $BeCl_2$، BCl_3، CH_4، NH_3 اور H_2O جیسے سالموں کی جیومیٹریائی اشکال کی وضاحت کے لیے Be، B، C، N اور O کے ایٹمی اربٹل کی sp، sp^2 اور sp^3 مخلوطیت کا استعمال کیا گیا تھا۔ یہ C_2H_4 اور C_2H_2 جیسے سالموں میں کثیر بند کے بننے کی بھی وضاحت کرتے ہیں۔

مالیکیولر اربٹل کا نظریہ (Molecular Orbital Theroy, MO) ایٹمی اربٹل کی ترتیب اور اتحاد کی اصطلاح میں مالیکیولر اربٹل کے بننے کی وضاحت کرتا ہے جو کسی سالمے سے مکمل طور پر وابستہ ہوتے ہیں۔ مالیکیولر اربٹل کی تعداد ہمیشہ ان ایٹمی اربٹل کے برابر ہوتی ہے جن سے مل کر وہ بنتے ہیں۔ بانڈنگ مالیکیولر اربٹل نیوکلیس کے درمیان الیکٹران کثافت کو بڑھاتے ہیں اور ان کی توانائی انفرادی ایٹمی اربٹل سے کم ہوتی ہے۔ اینٹی بانڈنگ مالیکیولر اربٹل میں نیوکلیس کے درمیان صفر الیکٹران کثافت کا علاقہ ہوتا ہے اور ان کی توانائی انفرادی ایٹمی اربٹل سے زیادہ ہوتی ہے۔

سالموں کا الیکٹرانی تشکل مالیکیولر اربٹل میں ان کی بڑھتی ہوئی توانائی کی ترتیب میں الیکٹرانوں کو بھرتے ہوئے لکھا جاتا ہے۔ جیسا کہ ایٹموں میں ہوتا ہے، مالیکیولر اربٹل میں بھی الیکٹرانوں کو بھرنے کے لیے پالی کا اصول اخراج (Paulis Exclusion Principle) اور ہُنڈ کا قانون استعمال ہوتا ہے۔ سالمے اس وقت مستحکم کہے جاسکتے ہیں جب گرفتی مالیکیولر اربٹل میں الیکٹرانوں کی تعداد اینٹی بانڈنگ مالیکیولر اربٹل میں الیکٹرانوں کی تعداد سے زیادہ ہوتی ہے۔

ہائڈروجن بند اس وقت بنتا ہے جب ہائڈروجن اپنے آپ کو دو بہت زیادہ برق منفی ایٹم، جیسے F، O اور N کے درمیان پاتی ہے۔ یہ بین سالمی (ایک ہی یا مختلف اشیاء کے دو یا دو سے زیادہ سالموں کے درمیان موجود رہتی ہے) یا دروں سالمی (ایک ہی سالمے میں موجود ہوتی ہے) ہوسکتی ہے۔ ہائڈروجن بونڈ بہت سے مرکبات کی اشکال اور خصوصیات پر گہرا اثر رکھتے ہیں۔

مشقیں

4.1 کیمیائی بندش کی تشکیل کی وضاحت کیجیے۔

4.2 مندرجہ ذیل عناصر کے ایٹموں کے لیے لیوس ڈاٹ علامات لکھیے:

Mg, Na, B, O, N, Br

4.3 مندرجہ ذیل ایٹموں اور آینوں کے لیے لیوئس علامات لکھیے:

S اور S^{2-}؛ Al اور Al^{3+}؛ H اور H^-

4.4 مندرجہ ذیل سالموں اور آینوں کے لیے لیوئس اشکال بنایئے:

H_2S، $SiCl_4$، BeF_2، CO_3^{2-}، HCOOH۔

4.5 آکٹیٹ قاعدے کی تعریف بیان کیجیے۔ اس کی اہمیت اور حدود لکھیے۔

4.6 آینی بندش بننے کے لیے موافق عوامل لکھیے۔

4.7 VSEPR ماڈل کا استعمال کرتے ہوئے مندرجہ ذیل سالموں کی اشکال پر بحث کیجیے:

$BeCl_2$، BCl_3، $SiCl_4$، AsF_5، H_2S، PH_3

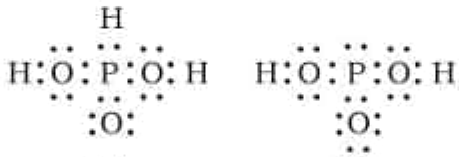
4.8 اگرچہ NH_3 اور H_2O سالموں کی جیومیٹری مسخ شدہ ٹیٹرا ہیڈرل ہے پانی میں بندشی زاویہ NH_3 سے کم ہے۔ بحث کیجیے۔

4.9 بانڈ آرڈر کی اصطلاح میں آپ بندشی لمبائی کو کیسے ظاہر کریں گے۔

4.10 بندشی لمبائی کی تعریف بیان کیجیے۔

4.11 CO_3^{2-} آین کے حوالے سے گمک کے اہم پہلوؤں کی وضاحت کیجیے۔

4.12 H_3PO_3 کی مندرجہ ذیل اشکال 1 اور 2 سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ کیا ان دونوں شکلوں کو H_3PO_3 ظاہر کرنے والی گمک مخلوط کی معیاری اشکال مان سکتے ہیں؟ اگر نہیں تو اس کے لیے وجہ بتائیں۔



(1) (2)

4.13 SO_3، NO_2 اور NO_3^- کے لیے گمک ساختیں بنایئے۔

4.14 مندرجہ ذیل ایٹموں میں کیٹائن اور اینائن بنانے کے لیے الیکٹرانوں کی منتقلی کو دکھانے کے لیے لیوئس علامات کا استعمال کیجیے:

(a) K اور S (b) Ca اور O (c) Al اور N

4.15 اگرچہ CO_2 اور H_2O سالمے کی شکل خمیدہ اور CO_2 کی خطی ہے۔ ڈائپول مومنٹ کی بنیاد پر وضاحت کیجیے۔

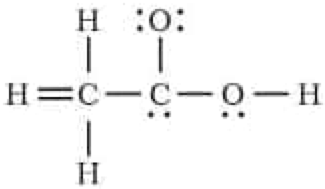
4.16 ڈائپول مومنٹ کی اہمیت/استعمال لکھیے۔

4.17 برقی منفیت کی تعریف بیان کیجیے۔ یہ الیکٹران گین اینتھالپی (Electron Gain Enthalpy) سے کس طرح مختلف ہوتی ہے۔

4.18 قطبی شریک گرفت بندش کی وضاحت مناسب مثالوں کے ذریعہ کیجیے۔

4.19 مندرجہ ذیل سالمات میں بندوں کے بڑھتے ہوئے آینی کردار کی ترتیب میں لکھیے LiF، K_2O، N_2، SO_2 اور ClF_3

4.20 CH_3COOH کی نیچے دی گئی ڈھانچہ ساخت صحیح ہے، لیکن کچھ بند غلط جگہوں پر دکھائے گئے ہیں ایسیٹک ایسڈ کے لیے صحیح لیوئس ساخت لکھیے۔



4.21 ٹیٹراہیڈرل جیومیٹری کے علاوہ CH_4 کی دوسری ممکنہ جیومیٹری مربع سطحی (Square Planer) شکل بھی ہے جس میں مربع کے چار کونوں میں چار ہائڈروجن اور کاربن مرکز میں ہوسکتا ہے۔ CH_4 مربع سطحی کیوں نہیں ہے؟ وضاحت کیجیے۔

4.22 BeH_2 کا ڈائپول مومنٹ صفر کیوں ہے جبکہ Be–H بند قطبی ہوتے ہیں؟ وضاحت کیجیے۔

4.23 NH_3 اور NF_3 میں سے کس کا ڈائپول مومنٹ زیادہ ہوگا اور کیوں؟

4.24 ایٹمی اربٹل کی مخلوطیت سے آپ کیا سمجھتے ہیں؟ sp، sp^2 اور sp^3 مخلوط اربٹل کی شکل بیان کیجیے۔

4.25 مندرجہ ذیل تعامل میں Al ایٹم کی مخلوطیت میں تبدیلی (اگر کوئی ہے تو) بتایئے۔

$$AlCl_3 + Cl^- \rightarrow AlCl_4^-$$

4.26 مندرجہ ذیل تعامل کے نتیجے میں کیا B اور N ایٹموں کی مخلوطیت میں کوئی تبدیلی ہے؟

$$BF_3 + NH_3 \rightarrow F_3B.NH_3$$

4.27 تصویر کی مدد سے C_2H_4 اور C_2H_2 سالموں میں دوہرے اور تہرے بند بنتے ہوئے دکھایئے۔

4.28 مندرجہ ذیل سالموں میں کل سگما اور پائی بند کی تعداد بتائیے۔

(a) C_2H_2 (b) C_2H_4

4.29 X- محور کو بین مرکزی محور سمجھتے ہوئے بتائیے کہ مندرجہ ذیل میں سے کون سگما بند نہیں بنائے گا اور کیوں؟

(a) 1s اور 1s (b) 1s اور 2p (c) $2p_y$ اور $2p_y$ (d) 1s اور 2s

4.30 مندرجہ ذیل سالموں میں کاربن ایٹم کے ذریعہ کون سے مخلوط اربٹل استعمال کیے گئے ہیں؟

(a) CH_3-CH_3 (b) $CH_3-CH=CH_2$ (c) CH_3-CH_2-OH (d) CH_3-CHO

(e) CH_3COOH

4.31 بونڈ پیئر الیکٹران اور لون پیئر الیکٹران سے آپ کیا سمجھتے ہیں؟ ہر ایک کی ایک ایک مثال دے کر سمجھائیے۔

4.32 سگما اور پائی بانڈ میں فرق بتائیے۔

4.33 ویلنس بانڈ تھیوری کی بنیاد پر H_2 سالمے کی بننے کی وضاحت کیجیے۔

4.34 مالیکیولر اربٹل بنانے کے لیے ایٹمی اربٹل کے خطی اتحاد کے لیے لازمی حالات لکھیے۔

4.35 مالیکیولر آربٹل تھیوری کی بنیاد پر واضح کیجیے کہ Be_2 سالمہ کیوں نہیں پایا جاتا؟

4.36 مندرجہ ذیل نسبتی استحکام کا مقابلہ کیجیے اور ان کی مقناطیسی خصوصیات ظاہر کیجیے۔

O_2، O_2^+، O_2^- (سُپر آکسائڈ)، O_2^{2-} (پرآکسائڈ)

4.37 اربٹل کے اظہار میں منفی اور مثبت اشاروں کی اہمیت بتائیے۔

4.38 PCl_5 میں مخلوطیت کو بیان کیجیے۔ استوائی بانڈ کے مقابلے میں محوری بانڈ کیوں لمبے ہوتے ہیں۔

4.39 ہائڈروجن بانڈ کی تعریف بیان کیجیے۔ یہ وان ڈر والز قوتوں کے مقابلے زیادہ قوی ہوتا ہے یا کمزور؟

4.40 اصطلاح بانڈ آرڈر سے کیا مراد ہے؟ N_2، O_2، O_2^+ اور O_2^- کا بانڈ آرڈر معلوم کیجیے۔

اکائی 5

مادّہ کی حالتیں
(States of Matter)

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- مادّہ کی مختلف حالتوں کے وجود کو ذرات کے درمیان بین سالماتی قوتوں اور حرارتی توانائی کے درمیان توازن کی اصطلاحات میں واضح کر سکیں۔
- مثالی گیسوں کے طرزِ عمل کو متعین کرنے والے قوانین کی وضاحت کر سکیں۔
- گیسوں کے مختلف قوانین کو اصل زندگی میں مختلف حالات میں استعمال کر سکیں۔
- حقیقی گیسوں کے طرزِ عمل کی وضاحت کر سکیں۔
- گیسوں کی اماعت (Liquification) کے لیے ضروری حالات کو بیان کر سکیں۔
- یہ سمجھ سکیں کہ گیس اور رقیق حالت میں ایک تسلسل ہے۔
- گیسی حالت اور بخارات میں فرق کر سکیں۔
- بین سالمی قوتِ کشش کی اصطلاح میں رقیق کی خصوصیات کی وضاحت کر سکیں۔

"برف کا گالا زمین پر گرتا ہے۔ پھر بھی زیادہ دیر نہیں رکتا۔
مادرِ گیتی پر اس کی ہلکی سی پکڑ ہے
قبل اس کے کہ سورج اسے واپس بادل میں بدل دیتا ہے کہ جہاں سے وہ آیا ہے یا پھر
پانی میں سنگلاخ ڈھلان سے نیچے لڑھک جاتا ہے"

روڈ . او. کونئر

تعارف

گزشتہ اکائیوں میں ہم نے مادہ کے واحد ذرّہ سے متعلق خصوصیات کے بارے میں پڑھا تھا۔ جیسے کہ ایٹمی سائز، آیونائزیشن اینتھالپی، الیکٹرانی چارج کثافت، سالمی ساخت اور قطبیت وغیرہ وغیرہ۔ کیمیائی نظام کی زیادہ تر قابلِ مشاہدہ خصوصیات جن سے ہم واقف ہیں وہ مادّہ کی جسیم خصوصیات کو ظاہر کرتی ہیں۔ جیسا کہ وہ خصوصیات جو مادّہ کے ایٹم، آین یا سالمات کی کثیر تعداد سے تعلق رکھتی ہیں۔ مثال کے طور پر کی رقیق کے ایک ذرّہ میں ابال نہیں آتا جبکہ کثیر تعداد میں ذرات اُبلتے ہیں۔ پانی کے ذرات کا مجموعہ گیلا کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ جبکہ اکیلا سالمہ گیلا نہیں کرتا۔ پانی برف کی شکل میں پایا جاتا ہے، جو کہ ایک ٹھوس حالت ہے؛ وہ رقیق کی حالت میں پایا جا سکتا ہے؛ یا وہ گیس کی حالت میں پانی کے بخارات یا بھاپ کی شکل میں پایا جاتا ہے۔ برف، پانی اور بھاپ کی طبیعی خصوصیات بالکل مختلف ہوتی ہیں۔ ان تینوں حالتوں میں پانی کی کیمیائی ترکیب یکساں رہتی ہے، یعنی H_2O۔ پانی کی تینوں حالتوں کی خصوصیات سالمات کی توانائی اور پانی کے سالمات کے اکٹھا ہونے پر منحصر ہوتی ہیں۔ یہی دوسری اشیا کے لیے بھی صحیح ہے۔

اشیاء کی کیمیائی خصوصیات ان کی طبیعی حالت کی تبدیلی کے ساتھ نہیں بدلتی ہیں، کیمیائی تعامل کی شرح ضرور ان کی طبیعی حالت پر منحصر ہوتی ہے۔ تجربات کے ذریعہ حاصل کیے گئے اعداد وشمار کی تحسیب میں اکثر ہمیں مادّہ کی حالت کی جانکاری کی ضرورت ہوتی ہے لہٰذا ایک کیمیاں داں کے لیے یہ ضروری ہوتا ہے کہ اسے ان طبیعی قوانین کا علم ہو جو مختلف حالتوں میں مادہ کے طرز عمل کو معین کرتے ہوں۔ اس اکائی میں ہم مادہ کی ان تین طبیعی حالتوں کے بارے میں زیادہ معلومات حاصل کریں گے خاص طور پر رقیق اور گیسی حالت کی خصوصیات۔ ابتدا میں یہ ضروری ہو جاتا ہے کہ ہم بین سالمی قوتوں کی فطرت، سالماتی باہم دیگر عمل اور ذرات کی حرکت پر حرارتی توانائی کے اثرات کو سمجھیں کیونکہ ان کے درمیان توازن مادّہ کی حالت کو متعین کرتا ہے

5.1 بین سالماتی قوتیں (Intermolecular Forces)

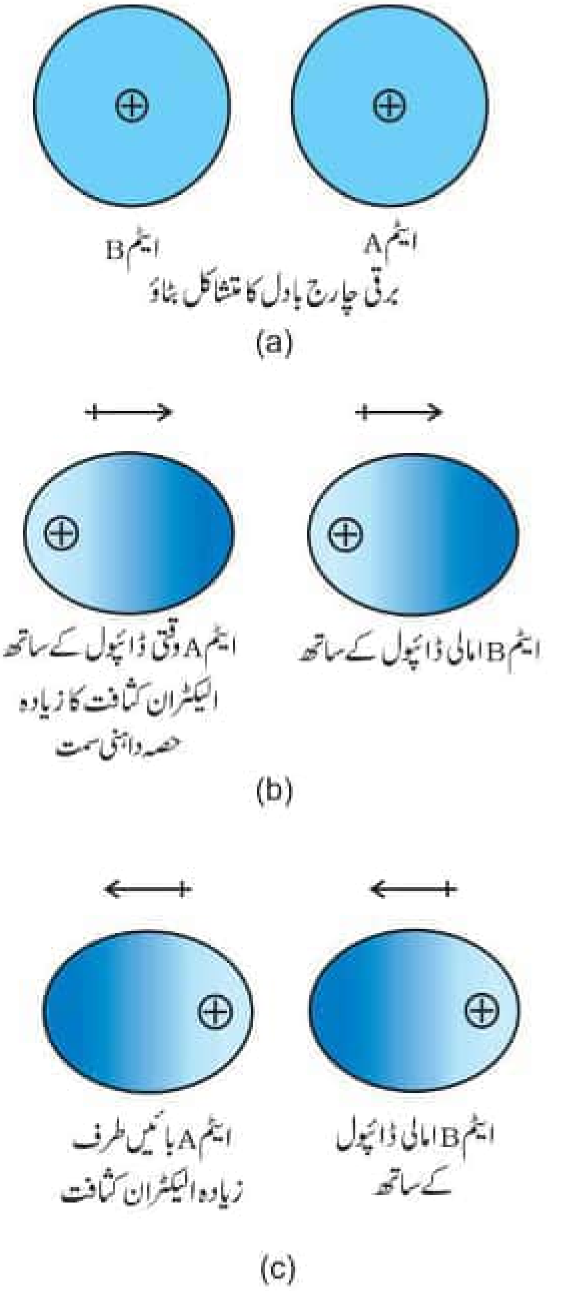
بین سالماتی قوتیں تعامل کرنے والے ذرات (ایٹم اور سالمات) کے درمیان قوتِ کشش اور قوت دافعہ ہوتی ہیں۔ اس اصطلاح میں برقی سکونی قوت شامل نہیں ہے جو جو مختلف چارج والے دو آینوں کے درمیان پائی جاتی ہے اور وہ قوت جو سالمات کے ایٹموں کو ایک ساتھ باندھے رکھتی ہے یعنی شریک گرفت بندش۔

بین سالماتی قوتیں ڈچ سائنس داں جوہن ون ڈر والز (1837-123) کے اعزاز میں وَن ڈر والز قوتیں کہلاتی ہیں جنہوں نے حقیقی گیسوں کے مثالی طرز عمل سے انحراف کو ان قوتوں کی بنیاد پر واضح کیا تھا۔ اس کے بارے میں ہم اس اکائی میں آگے پڑھیں گے۔ وَن ڈر والز قوتیں وسعت میں بہت مختلف ہوتی ہیں اور اس میں قوت انتشار یا لندن قوتیں، ڈائپول۔ ڈائپول قوتیں، اور ڈائپول۔ امالی ڈائپول قوتیں شامل ہیں۔ ڈائپول تعامل کی ایک مخصوص قوی شکل ہائڈروجن بندش ہے۔ ہائڈروجن بندش میں صرف عناصر ہی حصہ لیتے ہیں لہٰذا اس کو ایک علیحدہ زمرے میں شامل کرتے ہیں۔ اس تعامل کے بارے میں ہم اکائی 4 میں پڑھ چکے ہیں۔

اس مقام پر یہ جاننا اہم ہے کہ ایک آین اور ایک ڈائپول کے درمیان قوت کشش، آین ڈائپول قوت کہلاتی ہے اور یہ وَن ڈر والز قوت نہیں ہوتی۔
اب ہم وَن ڈر والز قوتوں کی مختلف اقسام کے بارے میں پڑھیں گے۔

5.1.1 انتشاری قوتیں یا لندن قوتیں
(Dispersion Forces or London Forces)

ایٹم اور غیر قطبی سالمے برقی طور پر متشاکل ہوتے ہیں اور ان میں ڈائپول مومنٹ نہیں ہوتا کیونکہ ان کے برقی چارج بادل متشاکلی بکھرے ہوئے ہوتے ہیں۔ لیکن اس قسم کے ایٹموں اور سالموں میں بھی وقتی ڈائپول پیدا ہوسکتا ہے۔ اس کو مندرجہ ذیل طریقے سے سمجھ سکتے ہیں۔ مان لیجیے کہ ہمارے پاس دو ایٹم A اور B ہیں جو ایک دوسرے کے بہت قریب ہیں [شکل 15.1 (a)] یہ ہوسکتا ہے کہ ایک ایٹم مان لیجیے A پر برقی چارج بٹاؤ وقتی طور پر غیر متشاکل ہو جائے۔ یعنی، چارج بادل ایک سمت زیادہ ہو جائے (شکل 15.1 (b) اور (c)) اس کی وجہ سے بہت کم وقت کے لیے



شکل **5.1** ایٹموں کے درمیان انتشاری قوتیں یا لندن قوتیں

ایٹم A پر ایک دم ہی ڈائپول ہو جائے گا۔ یہ اچانک یا عارضی ڈائپول ایٹم B کی الیکٹران کثافت کو مسخ کرے گا جو کہ اس کے قریب ہی ہے اور اس کے نتیجہ میں ایٹم B پر بھی ڈائپول کی امالیت (Induced) ہو جائے گی۔

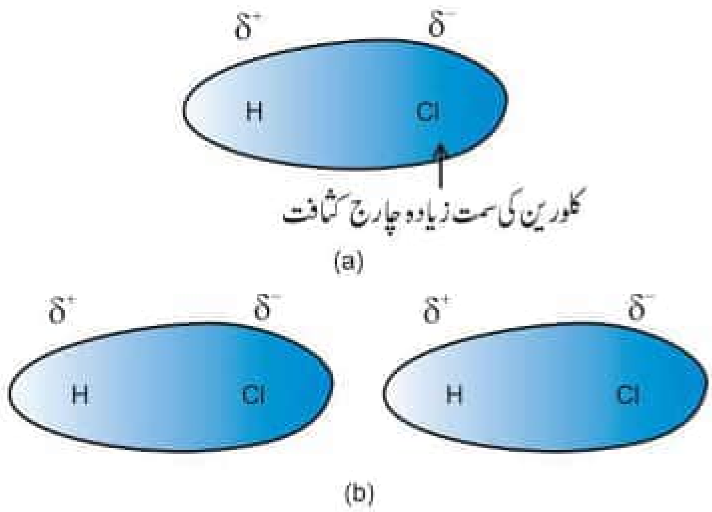
ایٹم A اور B کے عارضی ڈائپول ایک دوسرے کو اپنی سمت کھینچیں گے۔ اسی طرح عارضی ڈائپول سالموں میں بھی پیدا ہوتا ہے۔ اس طرح قوت کشش پہلی مرتبہ جرمن طبیعیات داں فرٹز لندن نے تجویز کی تھی اور اسی وجہ سے وقتی ڈائپول کے درمیان قوت کشش کو **لندن قوت** (London Force) کہتے ہیں۔ اس قوت کے لیے دوسرا نام **انتشاری قوت** (Dispersion Force) ہے۔ یہ قوتیں ہمیشہ کشش کی ہوتی ہیں اور باہم دگرعمل کی توانائی دو باہمی عمل کرنے والے ذرات کے درمیان کے فاصلے کی چھٹی قوت کے مقلوب تناسب میں ہوتی ہیں (یعنی $1/r^6$ جہاں r دو ذرات کے درمیان کے فاصلے کو ظاہر کرتا ہے)۔ یہ قوتیں بہت کم فاصلے (~500 pm) کے لیے ہی اہم ہوتی ہیں اور ان کی وسعت ذرات کے درمیان وقطبیت کی صلاحیت پر منحصر ہوتی ہے۔

5.1.2 ڈائپول۔ڈائپول قوتیں (Dipole-Dipole Forces)

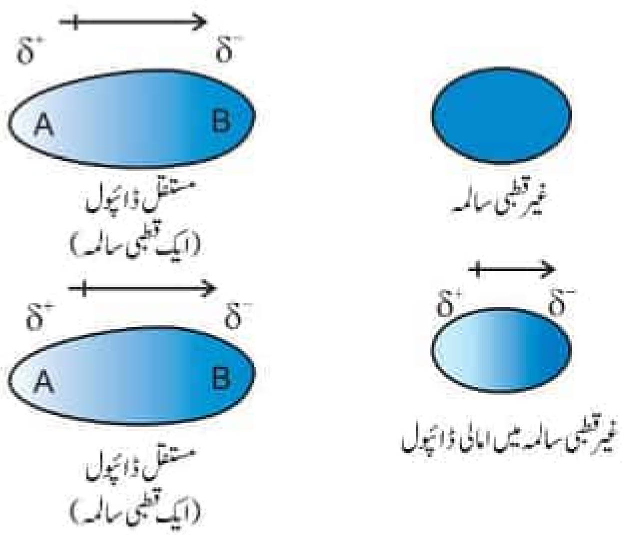
ڈائپول۔ ڈائپول قوتیں ان سالموں کے درمیان کام کرتی ہیں جن میں مستقل ڈائپول ہوتے ہیں۔ ڈائپول کے سرے جزوی چارج رکھتے ہیں اور ان چارجوں کو یونانی حرف ڈیلٹا (δ) سے ظاہر کرتے ہیں۔ جزوی چارج ہمیشہ ہی اکائی برقی چارج (1.6×10^{-19}C) سے کم ہوتا ہے۔ قطبی سالمے پڑوسی سالموں کے ساتھ باہمی عمل کرتے ہیں۔ شکل 5.2(a) ہائڈروجن ڈائپول میں الیکٹرانی بادل کی تقسیم کو دکھاتی ہے اور شکل 5.2(b) دو HCl سالموں کے درمیان ڈائپول۔ ڈائپول باہمی عمل کو دکھاتی ہے۔ یہ باہمی عمل لندن قوت سے زیادہ مضبوط ہوتا ہے لیکن آین۔ آین باہمی عمل سے کمزور ہوتا ہے کیونکہ اس میں صرف جزوی چارج حصہ لیتے ہیں۔ ڈائپول کے درمیان فاصلہ بڑھنے سے قوتِ کشش کم ہو جاتی ہے۔ مندرجہ بالا مثال میں بھی، باہمی عمل کی توانائی قطبی سالموں کے درمیان فاصلوں کے مقلوب تناسب میں ہوتی ہے۔ سکونی قطبی سالموں (جیسا کہ ٹھوس اشیا میں) کے درمیان $1/r^3$ کے تناسب میں ہوتی ہے اور گردشی قطبی سالموں کے درمیان $1/r^6$ کے تناسب میں ہوتی ہے، جہاں r قطبی سالموں کے درمیان فاصلے کو ظاہر کرتا ہے۔ ڈائپول۔ ڈائپول باہمی عمل کے علاوہ قطبی سالموں میں لندن قوتوں کے ذریعہ بھی باہمی عمل ہوسکتا ہے۔ لہٰذا کل اثر یہ ہے کہ قطبی سالموں میں کُل بین سالماتی قوتیں بڑھتی ہیں۔

5.1.3 ڈائی پول - امالی ڈائی پول قوتیں (Dipole- Induced Dipole Forces)

اس طرح کی قوت کشش مستقل ڈائپول والے قطبی سالموں اور مستقل ڈائپول کی کمی والے سالموں کے درمیان کام کرتی ہے۔ قطبی سالموں کے مستقل ڈائپول برقی طور پر تعدیل سالموں کے الیکٹرانی بادلوں کو مسخ کرکے ان میں ڈائپول کی امالیت کرتے ہیں (شکل 5.3)۔ اس طرح دوسرے سالمے میں امالی ڈائپول پیدا ہو جاتا ہے۔ اس معاملے میں بھی باہمی عمل کی توانائی $1/r^6$ کے تناسب میں ہوتی ہے جہاں r دو سالموں کے درمیان کا فاصلہ ہے۔ امالی ڈائپول مومنٹ کا انحصار مستقل ڈائپول میں



شکل 5.2 (a) HCl ۔ ایک قطبی سالمہ میں الیکٹرانی بادل کا بٹاؤ (b) دو HCl سالموں میں ڈائپول۔ ڈائپول باہمی عمل۔



شکل 5.3 مستقل ڈائپول اور امالی ڈائپول کے درمیان ڈائپول۔ امالی ڈائپول باہمی عمل

موجود ڈائپول مومنٹ اور برقی طور پر تعدیل سالمے کی قطبیت کی صلاحیت پر ہوتا ہے۔ ہم اکائی 4 میں پڑھ چکے ہیں کہ بڑی جسامت کے سالمات آسانی سے قطبی بنائے جاسکتے ہیں۔ قطبیت کی اعلیٰ صلاحیت باہمی عمل کی کشش کو بڑھاتی ہے۔

اس معاملے میں بھی انتشاری قوتوں اور ڈائپول۔امالی ڈائپول باہمی عمل کا اجتماعی اثر پایا جاتا ہے۔

5.1.4 ہائڈروجن بند (Hydrogen Bond)

جیسا کہ 5.1 میں پہلے ہی ذکر کیا جا چکا ہے یہ ایک ڈائپول۔ڈائپول باہمی عمل کی مخصوص قسم ہے۔ اس کے بارے میں ہم اکائی 4 میں پہلے پڑھ چکے ہیں۔ یہ ان سالموں میں پایا جاتا ہے جن میں اعلیٰ قطبی بند N—H, O—H اور H—F موجود ہوتے ہیں۔ اگر چہ سمجھا جاتا ہے کہ ہائڈروجن بند محض N,O اور F تک ہی محدود ہوتا ہے لیکن Cl جیسی قسمیں بھی ہائڈروجن بند بنانے میں حصہ لیتی ہیں۔ ہائڈروجن بند کی توانائی 10 سے $100 kJ\ mol^{-1}$ تک بڑھتی ہے۔ یہ توانائی کی ایک اہم مقدار ہوتی ہے؛ لہٰذا، ہائڈروجن بند بہت سے مرکبات، مثلاً پروٹین اور نیوکلک ایسڈ کی ساخت اور خصوصیات معلوم کرنے میں بہت مضبوط قوت ہوتی ہے۔ ہائڈروجن بند کی قوت ایک سالمہ کے برقی منفی ایٹم کے الیکٹرانوں کے تنہا جوڑے اور دوسرے سالمے کے ہائڈروجن ایٹم کے درمیان کولمب باہمی عمل کے ذریعہ معلوم کی جاتی ہے۔ مندرجہ ذیل ڈائیگرام ہائڈروجن بند کی تشکیل کو ظاہر کرتا ہے۔

$$\overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{F}\cdots\overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{F}$$

اب تک زیر بحث تمام بین سالمی قوتیں کشش کی قوتیں تھیں دوسری طرف سالموں میں بھی دافع قوت ہوتی ہے جب دو سالمے ایک دوسرے کے قریب لائے جاتے ہیں تو دونو سالموں کے الیکٹران بادلوں اور نیوکلیس کے درمیان قوت دافعہ پیدا ہوتی ہے۔ قوت دافعہ کی باہمی عمل اس وقت تیزی سے بڑھتی ہے جب دونوں سالموں کو علیحدہ کرنے والا فاصلہ کم ہوتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ رقیق اور ٹھوس کو دبانا مشکل ہوتا ہے۔ ایسی حالتوں میں سالمات پہلے سے ہی بہت نزدیک ہوتے ہیں لہٰذا مزید دباؤ کی وہ مخالفت کرتے ہیں کیونکہ ایسا کرنے پر ان کے درمیان دافع باہمی عمل بڑھ جاتا ہے۔

5.2 حرارتی توانائی (Thermal Energy)

کسی شے کے ایٹموں یا سالموں کی حرکت سے پیدا ہونے والی توانائی حرارتی توانائی ہوتی ہے۔ یہ شے کے درجہ حرارت کے براہ راست تناسب ہی ہوتی ہیں۔ یہ مادّے کے ذرات کی اوسط حرکی توانائی کی پیائش ہوتی ہے اور اس طرح یہ ذرات کی حرکت کے لیے ذمہ دار ہوتی ہے۔ ذرات کی اس حرکت کو حرارتی حرکت کہتے ہیں۔

5.3 بین سالمی قوتیں بمقابلہ حرارتی باہمی عمل (Intermolecular forces vs Thermal Interaction)

ہم یہ پہلے ہی پڑھ چکے ہیں کہ بین سالمی قوتیں سالموں کی یکجا رکھنے کی کوشش کرتی ہیں لیکن سالموں کی حرارتی توانائی ان کو علیحدہ رکھنے کی کوشش کرتی ہے۔ سالموں میں بین سالمی قوتوں اور حرارتی توانائی کے درمیان توازن کے نتیجہ میں مادّے کی تین قسمیں ہوتی ہیں۔

جب سالمی باہمی عمل کمزور ہوتا ہے، تو سالمے ٹھوس یا رقیق بنانے کے لیے ایک دوسرے سے چپٹے نہیں رہتے جب تک کہ درجہ حرارت کو کم کر کے حرارتی توانائی کو کم نہ کیا جائے۔ گیس صرف دبانے سے رقیق میں تبدیل نہیں ہوتی، حالانکہ سالمے ایک دوسرے کے بے حد نزدیک ہوتے ہیں اور بین سالمی قوتیں اپنی انتہا پر کام کرتی ہیں بہرحال جب درجہ حرارت کم کر کے سالموں کی حرارتی توانائی کم کی جاتی ہے تو گیسوں کو آسانی سے رقیق میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ حرارتی توانائی کی بالادستی اور مادّے کی تینوں حالتوں میں سالمی باہمی عمل توانائی کو مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جا سکتا ہے۔



بین سالمی باہمی عمل کی بالادستی



حرارتی توانائی کی بالادستی

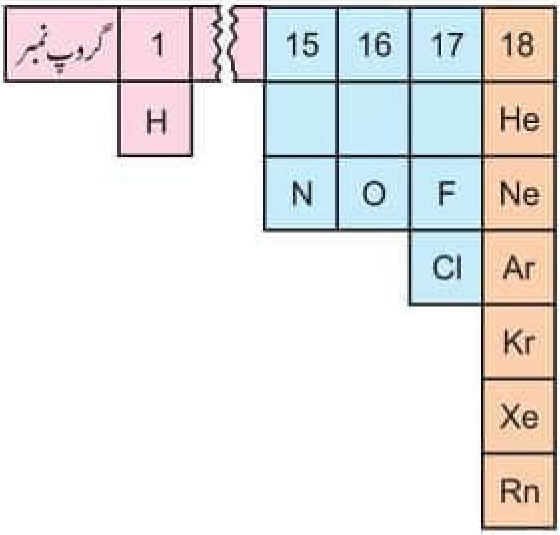
ہم مادّے کی تین حالتوں کے وجود کی وجوہات کے بارے میں پہلے ہی پڑھ چکے ہیں اب ہم گیس اور رقیق حالتوں کے بارے میں مزید معلومات حاصل کریں گے اور ان قوانین کے بارے میں پڑھیں گے جو

مادّے کی ان حالتوں کے طرزِ عمل کو متعین کرتے ہیں۔ ٹھوس حالت کے بارے میں ہم بارھویں جماعت میں پڑھیں گے۔

5.4 گیسی حالت (Gaseous State)

یہ مادہ کی سب سے سادہ حالت ہے۔ تمام عمر ہم ہوا کے سمندر میں غرق رہتے ہیں جو گیسوں کا آمیزہ ہے۔ ہم اپنی زندگی کرہ بادی کی سب سے نچلی سطح میں گزارتے ہیں جو ٹروپواسفیئر کہلاتی ہے یہ سطح زمین پر کشش ثقل کی وجہ سے قائم رہتی ہے۔ کرۂ بادی کی پتلی سی تہہ ہماری زندگی کے لیے نہایت اہم ہے۔ یہ ہمیں نقصان دہ اشعاع سے بچاتی ہے اور ڈائی آکسیجن، ڈائی نائٹروجن، کاربن ڈائی آکسائڈ، پانی کے بخارات وغیرہ جیسی اشیا پر مشتمل ہوتی ہے۔

آیئے اب ہم ان اشیا کے طرزِ عمل کی ۔سمت اپنی توجہ مرکوز کریں جو عام درجہ حرارت اور دباؤ پر گیسی حالت میں پائی جاتی ہیں۔ دوری جدول پر ایک نظر ڈالنے سے معلوم ہوتا ہے کہ عام حالات میں صرف گیارہ عناصر ہی گیسی حالت میں پائے جاتے ہیں (شکل 5.4)۔



شکل 5.4 گیارہ عناصر جو صرف گیسی حالت میں پائے جاتے ہیں

گیسی حالت کی مندرجہ ذیل طبعی خصوصیات ہوتی ہیں۔

- گیسیں بہت زیادہ دبائے جانے کے لائق ہوتی ہیں۔
- گیسیں سبھی سمتوں میں یکساں دباؤ ڈالتی ہیں۔
- گیسوں کی کثافت ٹھوس اور رقیق سے بہت کم ہوتی ہے۔
- گیسوں کی شکل اور حجم متعین نہیں ہوتے۔ یہ برتن کی شکل اور حجم اختیار کر لیتی ہیں۔
- گیسیں بغیر کسی میکانیکی مدد کے ہر تناسب میں یکساں طور پر مل سکتی ہیں۔

گیسوں کی سادگی اس وجہ سے ہے کہ ان کے سالموں کے درمیان باہمی عملی قوتیں برائے نام ہی ہوتی ہیں۔ ان کے طرزِ عمل ان ہی عام قوانین کے مطابق ہوتے ہیں جن کی دریافت ان کے تجرباتی مطالعے سے حاصل ہوئی تھی۔ یہ قوانین گیسوں کی قابل پیائش خصوصیات میں تعلقات سے وابستہ ہیں۔ ان میں سے کچھ خصوصیات جیسے دباؤ، حجم، درجہ حرارت اور کمیت نہایت اہم ہیں کیونکہ ان متغیرات میں تعلقات گیس کی حالت کو بیان کرتا ہے۔ ان متغیرات کے باہمی انحصار سے گیس کے قوانین وضع ہوتے ہیں۔ اگلے سیکشن میں ہم گیس کے ان قوانین کے بارے میں پڑھیں گے۔

5.5 گیس کے قوانین (The Gas Laws)

گیس کے قوانین جن کا مطالعہ ہم اب کریں گے وہ گیسوں کی طبعی خصوصیات کے متعلق کی جانے والی کئی صدیوں کی تحقیق کا نتیجہ ہیں۔ گیسوں کی خصوصیات پر پہلی معتبر پیائش اینگلو آئرش سائنسداں رابرٹ بائل نے 1662 میں کی تھی۔ جو قانون وضع کیا گیا اسے بائل کا قانون کہتے ہیں۔ بعد میں گرم ہوا کے غباروں کی مدد سے ہوا میں اڑنے کی کوشش نے جیکوئس چارلس اور جوزف لیوئس گے لیوسک میں مزید گیس کے قوانین دریافت کرنے کی تحریک پیدا کی۔ آوگاڈرو اور دیگر سائنسدانوں نے گیسوں سے متعلق کافی معلومات فراہم کیں۔

5.5.1 بائل کا قانون (دباؤ۔حجم تعلق) Boyle's Law (Pressure-Volume Relationship)

اپنے تجربات کی بنیاد پر رابرٹ بائل اس نتیجہ پر پہنچا کہ **ایک مستقل درجہ حرارت پر گیس کی ایک متعین مقدار (یعنی n مول کی تعداد) کا دباؤ اس کے حجم کے معکوس تناسب میں ہوتا ہے۔** اس کو **بائل کا قانون (Boyle's Law)** کہتے ہیں۔ ریاضیاتی طریقہ پر اس کا اظہار مندرجہ طریقہ سے کیا جا سکتا ہے۔

$$p \propto \frac{1}{V} \quad \text{(مستقل } T \text{ اور } n \text{ پر)} \tag{5.1}$$

$$\Rightarrow \quad p = k_1 \frac{1}{V} \tag{5.2}$$

جہاں k_1 تناسبیت کا مستقلہ ہے۔ k_1 کی قیمت گیس کی مقدار، گیس کے درجہ حرارت اور p نیز V کی اکائیوں پر منحصر ہوتی ہے۔

مساوات (5.2) کو دوبارہ لکھنے پر ہمیں مندرجہ ذیل ہے۔

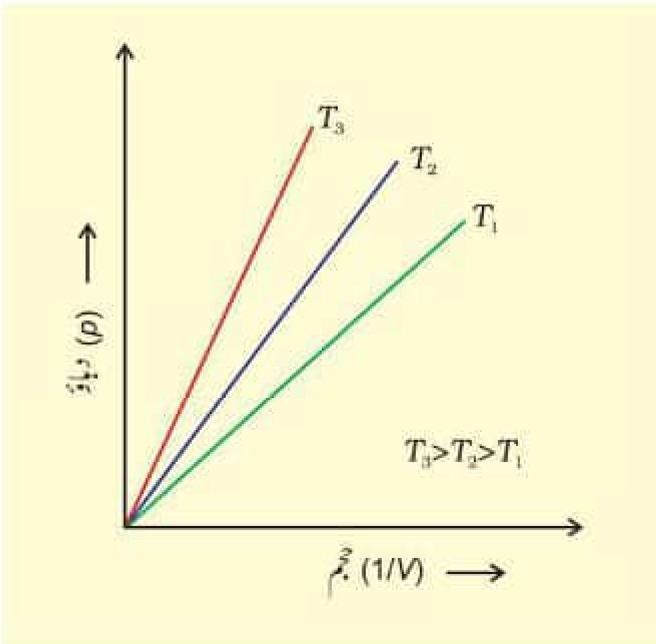
$$pV = k_1 \qquad (5.3)$$

اس کا مطلب ہے کہ ایک مستقل درجہ حرارت پر ایک مقدار کی گیس کے دباؤ اور حجم کا حاصل ضرب مستقل ہوتا ہے۔

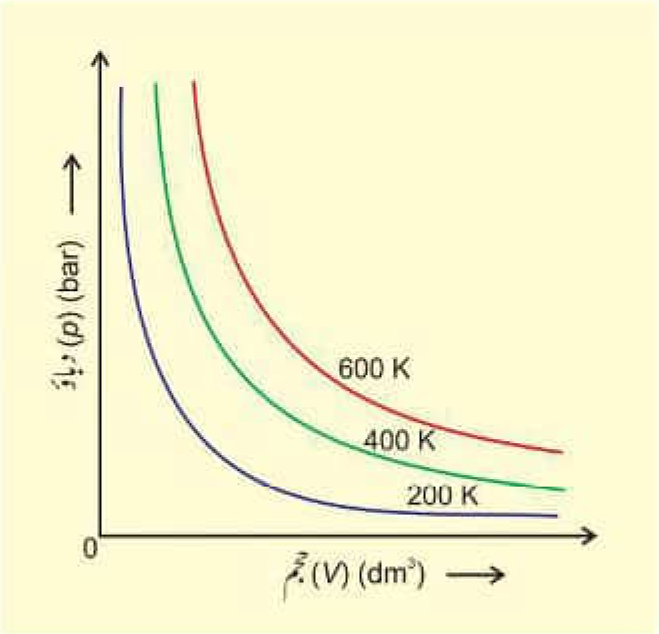
مستقل درجہ حرارت پر اگر متعینہ مقدار کی ایک گیس جس کا p_1 دباؤ پر حجم V_1 ہے، میں پھیلاؤ اس طرح ہوتا ہے کہ p_2 دباؤ پر حجم V_2 ہو جاتا ہے تو بائل کے قانون کے مطابق

$$p_1V_1 = p_2V_2 = \text{مستقل} \qquad (5.4)$$

$$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} \qquad (5.5)$$



شکل **5.5(a)** مختلف درجہ حرارت پر ایک گیس کے دباؤ p پر حجم V



شکل **5.5(b)** کسی گیس کے دباؤ p کا 1/V کے ساتھ گراف

شکل 5.5 میں بائل کے قانون کو گراف کے ذریعہ ظاہر کرنے کے دو روایتی طریقے دکھائے گئے ہیں۔ شکل 5.5(a) مختلف درجہ حرارت پر مساوات (5.3) کا گراف ہے۔ ہر ایک منحنی کے لیے k_1 کی قدر مختلف ہے، کیونکہ کسی گیس کی دی گئی مقدار کے لیے یہ درجہ حرارت کے ساتھ تبدیل ہوتی ہے۔ ہر ایک منحنی مختلف مستقل درجہ حرارت کو دکھاتا ہے اور یہ آئیسوتھرم (Isotherm) (مستقل درجہ حرارت کا پلاٹ) کہلاتا ہے۔ اونچے منحنی زیادہ درجہ حرارت کو دکھاتے ہیں۔ یہ دیکھنا چاہیے کہ جب دباؤ آدھا ہو جاتا ہے تو حجم دوگنا ہو جاتا ہے۔ جدول 5.1 میں 300 K پر 0.09 مول CO_2 کے حجم پر دباؤ کا اثر دکھایا گیا ہے۔

شکل 5.5(b) p اور 1/V کے درمیان گراف کو دکھاتی ہے۔ یہ ایک سیدھی لائن ہے جو مبدا سے گزرتی ہے۔ تاہم زیادہ دباؤ پر گیس بائل کے

جدول 5.1 300K پر 0.09 مول CO_2 کے حجم پر دباؤ کے اثرات

$pV/10^2$ Pa m^3	$(1/V)/m^{-3}$	حجم/10^{-3} m^3	دباؤ/10^4 Pa
22.40	8.90	112.0	2.0
22.30	11.2	89.2	2.5
22.47	15.6	64.2	3.5
22.50	17.7	56.3	4.0
22.44	26.7	37.4	6.0
22.48	35.6	28.1	8.0
22.40	44.6	22.4	10.0

قانون سے انحراف کرتی ہیں اور ایسی حالت میں گراف میں سیدھی لائن حاصل نہیں ہوتی۔

بائل کے تجربات، مقداری طور پر یہ ثابت کرتے ہیں کہ گیس کافی حد تک دبائی جاسکتی ہیں کیونکہ جب ایک دی ہوئی کمیت کی گیس کو دبایا جاتا ہے تو سالموں کی وہی تعداد چھوٹی جگہ کو گھیرتی ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ اونچے دباؤ پر گیسیں زیادہ کثیف ہو جاتی ہیں۔ بائل کا قانون استعمال کرتے ہوئے گیس کے دباؤ اور اس کی کثافت میں تعلق معلوم کیا جاسکتا ہے۔

تعریف کے مطابق کثافت d کا کمیت m اور حجم V سے تعلق مساوات $d = \frac{m}{V}$ کے مطابق ہوتا ہے۔ اگر ہم اس مساوات میں بائل کے قانون کی مساوات سے V کی قیمت رکھ دیں تو ہمیں مندرجہ ذیل تعلق حاصل ہوگا:

$$d = \left(\frac{m}{k_1}\right) p = k'p$$

یہ ظاہر کرتی ہے کہ مستقل درجہ حرارت پر ایک متعین مقدار کی گیس کا دباؤ اس کی کثافت کے براہ راست تناسب میں ہوتا ہے۔

مسئلہ 5.1

کمرہ کے درجہ حرارت پر ایک غبارے میں ہائڈروجن گیس بھری گئی ہے۔ اگر دباؤ 0.2 بار سے زیادہ ہو جائے تو غبارہ پھٹ جائے گا۔ اگر 1 بار دباؤ پر گیس 2.27L حجم گھیرتی ہے تو کس حجم تک غبارہ پھیل سکتا ہے؟

حل

بائل کے قانون کے مطابق

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

اگر p_1 کی قدر 1 بار ہے تو V_1 کی قدر 2.27 L ہوگی

اگر p_2 کی قدر 0.2 بار ہے تو

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2}$$

$$V_2 \Rightarrow \frac{1\ \text{bar} \times 2.27\ \text{L}}{0.2\ \text{bar}} = 11.35\ \text{L}$$

چونکہ غبارہ 0.2 بار پر پھٹ جاتا ہے لہٰذا غبارہ کا حجم 11.35L سے کم ہونا چاہیے۔

5.5.2 چارلس کا قانون (درجہ حرارت۔ حجم تعلق)

Charles' Law Temperature-Volume (Relationship)

چارلس اور گے لیوسک نے گرم ہوا غبارہ ٹیکنالوجی کو بہتر بنانے کے لیے گیسوں پر انفرادی طور پر مختلف تجربات کیے۔ ان کی تلاش نے دکھایا کہ مستقل دباؤ پر ایک مستقل مقدار کی گیس کے حجم میں درجہ حرارت بڑھانے پر اضافہ ہوتا ہے اور ٹھنڈا کرنے سے کم ہوتا ہے۔ انھوں نے پایا کہ گیس کا حجم ہر ایک ڈگری درجہ حرارت بڑھانے پر 0°C پر گیس کے ابتدائی حجم کا $\frac{1}{273.15}$ حصہ بڑھ جاتا ہے۔ لہٰذا اگر کسی گیس کے حجم 0°C اور t°C پر بالترتیب V_0 اور V_t ہیں تو:

$$V_t = V_0 + \frac{t}{273.15} V_0$$

$$\Rightarrow V_t = V_0\left(1+\frac{t}{273.15}\right)$$

$$\Rightarrow V_t = V_0\left(\frac{273.15+t}{273.15}\right) \quad (5.6)$$

اس مقام پر ہم درجہ حرارت کے ایک نئے پیمانے کی تعریف بیان کر سکتے ہیں کہ اس نئے پیمانہ پر t°C کو $T = 273.15 + t$ کی طرح دیا جاسکتا ہے اور 0°C کو $T_0 = 273.15$ دکھائیں گے۔ درجہ حرارت کا یہ نیا پیمانہ **کیلون درجہ حرارت پیمانہ** (Kelvin Temperature Scale) یا **مطلق درجہ حرارت پیمانہ** (Absolute Temperature Scale) کہلاتا ہے۔

اس طرح سیلسیس پیمانے پر 0°C مطلق پیمانے کے 273.15°K کے برابر ہوتا ہے۔ ذرا غور کیجیے کہ درجہ حرارت کو مطلق پیمانے پر دکھاتے وقت ڈگری کے نشان کا استعمال نہیں کیا جاتا۔ درجہ حرارت کا کیلون پیمانہ درجہ حرارت کا **تھرموڈائنمک اسکیل** بھی کہلاتا ہے اور تمام سائنسی کاموں میں استعمال کیا جاتا ہے۔

لہٰذا درجہ حرارت کو کیلون پیمانے پر حاصل کرنے کے لیے ہم سیلسیس درجہ حرارت میں 273 (زیادہ صحیح طور پر 273.15) جمع کر دیتے ہیں۔

اگر مساوات 5.6 میں $T_t = 273.15 + t$ اور 273.15 لکھیں تو ہمیں مندرجہ ذیل تعلق حاصل ہوگا۔

$$V_t = V_0\left(\frac{T_t}{T_0}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{V_t}{V_0} = \frac{T_t}{T_0} \qquad (5.7)$$

اس طرح ہم ایک عام مساوات مندرجہ ذیل طریقے سے لکھ سکتے ہیں۔

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \qquad (5.8)$$

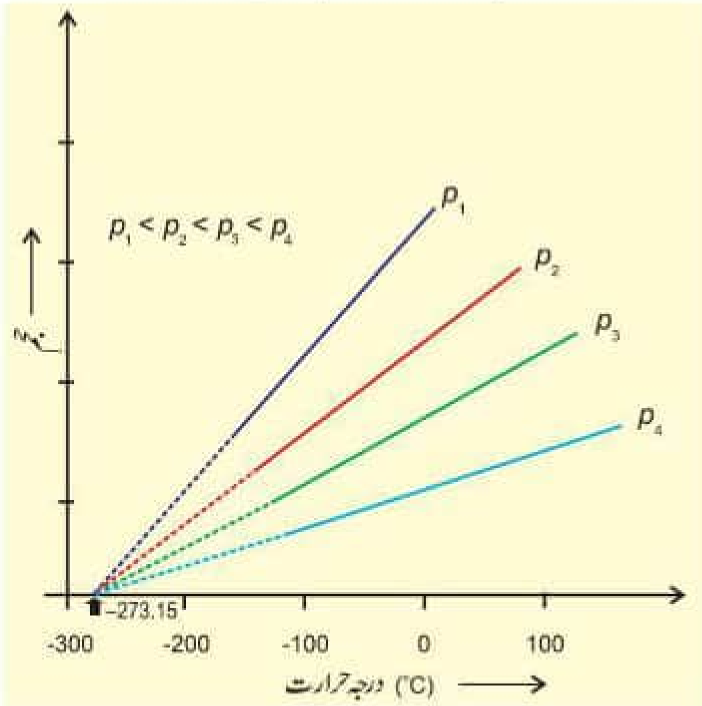
$$\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{V}{T} = \text{مستقلہ} = k_2 \qquad (5.9)$$

اس طرح $V = k_2 T$ (5.10)

مستقلہ k_2 کی قیمت، گیس کے دباؤ، اس کی مقدار اور اس اکائی جس میں اس کے حجم کا اظہار کیا گیا ہے، کے ذریعہ معلوم کی جاسکتی ہے۔

مساوات (5.10) چارلس کے قانون کا ریاضیاتی اظہار ہے جو یہ بتاتا ہے کہ مستقل دباؤ پر ایک متعینہ مقدار کی گیس کا حجم اس کے مطلق درجہ حرارت کے براہ راست تناسب میں ہوتا ہے۔ چارلس نے یہ دیکھا کہ تمام گیسوں کے لیے کسی بھی دباؤ پر حجم۔ درجہ حرارت (سیلسیس پیمانے پر) گراف ایک سیدھی لائن ہوتا ہے اور اگر اسے صفر حجم تک بڑھایا جائے تو ہر لائن درجہ حرارت کے محور کو 273.15°C پر قطع کرتی ہے۔ مختلف دباؤ پر حاصل ہونے والی لائنوں کے ڈھلان مختلف ہوں گے لیکن صفر حجم پر تمام لائنیں درجہ حرارت محور پر 273.15°C- پر ملتی ہیں (شکل 5.6)



شکل 5.6 حجم اور درجہ حرارت (°C) گراف

حجم بمقابلہ درجہ حرارت گراف کی ہر ایک لائن **آئسو بار (Isobar)** کہلاتی ہے۔

اگر ہم مساوات 5.6 میں t کی قیمت 273.15°C – رکھ دیں تو چارلس کے مشاہدات کی ترجمانی کی جاسکتی ہے۔ ہم دیکھ سکتے ہیں کہ 273.15°C- پر گیس کا حجم صفر ہو جاتا ہے۔ اس کا مطلب ہوا کہ گیس کا وجود نہیں ہوگا۔ درحقیقت تمام گیسیں اس درجہ حرارت تک پہنچنے سے پہلے ہی رقیق میں تبدیل ہو جاتی ہیں۔ کمترین مفروضی یا خیالی درجہ حرارت جس پر گیسوں کا حجم صفر مانا جاتا ہے، **مطلق صفر** (Absolute Zero) کہلاتا ہے۔

تمام گیسیں بہت کم دباؤ اور اونچے درجہ حرارت پر چارلس کے قانون کا اتباع کرتی ہیں۔

مسئلہ 5.2

بحرالکاہل میں ایک جہاز تیر رہا ہے جہاں درجہ حرارت 23.4°C ہے۔ ایک غبارے میں 2L ہوا بھری گئی۔ جب یہ جہاز بحر ہند پہنچے گا جہاں درجہ حرارت 26.1°C ہے تو غبارے کا حجم کیا ہوگا؟

حل:

$V_1 = 2\ \text{L}$ $\qquad$ $T_2 = 26.1 + 273$

$T_1 = (23.4 + 273)\ \text{K}$ $\qquad$ $= 299.1\ \text{K}$

$= 296.4\ \text{K}$

چارلس کے قانون کے مطابق

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{2\,\text{L} \times 299.1\,\text{K}}{296.4\,\text{K}}$$

$$= 2\text{L} \times 1.009$$

$$= 2.018\,\text{L}$$

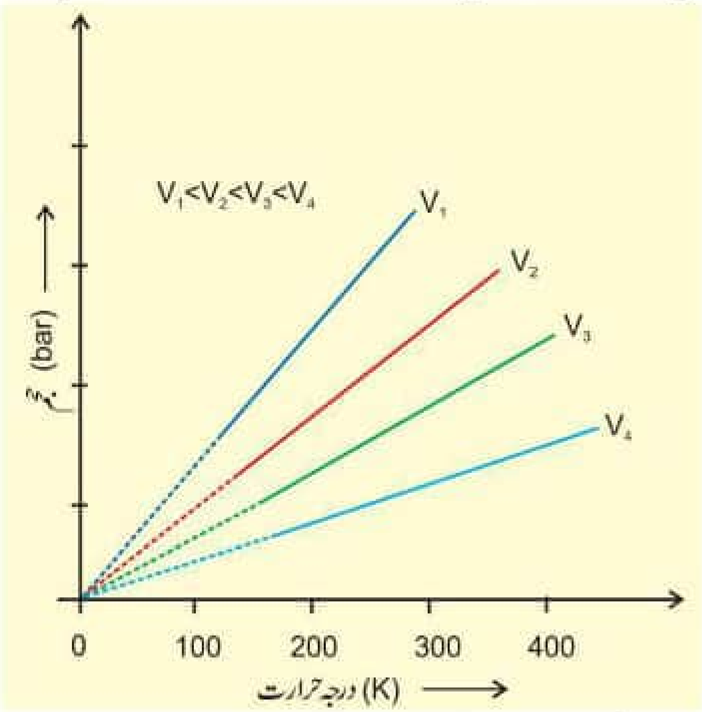
5.5.3 گیلیوسک کا قانون (دباؤ درجہ حرارت تعلق)
[Gay Lussac's Law (Pressure-Temperature Relationship)]

گاڑیوں کے پہیوں میں بھری ہوئی ہوا کا دباؤ تقریباً مستقل ہوتا ہے۔ لیکن گرمی کے دنوں میں یہ بڑھ جاتا ہے اور اگر دباؤ کو قابو میں نہیں کیا گیا تو ٹائر پھٹ سکتا ہے۔ سردی کے موسم میں کسی ٹھنڈی صبح کے وقت آپ کو گاڑی کے ٹائروں میں ہوا کا دباؤ کم محسوس ہوگا۔ دباؤ اور درجہ حرارت میں ریاضیاتی تعلق جوزف گے لیوسک نے دیا تھا جسے گے گیلیوسک کا قانون بھی کہتے ہیں۔ اس قانون کے مطابق مستقل حجم پر کسی دی گئی مقدار کی گیس کا دباؤ درجہ حرارت کے براہ راست تناسب میں تبدیل ہوتا ہے۔ ریاضیاتی طور پر

$$p = \propto$$

$$\Rightarrow \frac{p}{T} = \text{مستقلہ} = k_3$$

اس تعلق کو بائل اور چارلس کے قوانین سے بھی اخذ کیا جا سکتا ہے۔ شکل 5.7 میں دباؤ۔درجہ حرارت (کیلون) گراف مستقل مولر حجم پر دکھایا گیا ہے۔ اس گراف کی ہر ایک لائن آئسوکور (Isochore) کہلاتی ہے۔



شکل 5.7 ایک گیس کا دباؤ۔درجہ حرارت (k) گراف

5.5.4 ایووگاڈرو کا قانون (حجم۔مقدار تعلق) Avogadro Law (Volume - Amount Relationship)

1811 میں اٹلی کے سائنسداں ایمیڈو آووگاڈرو نے ڈالٹن کے ایٹمی نظریے کے نتائج اور گیلیوسک کے اتحادی حجم کے قانون (اکائی 1) کو متحد کرنے کی کوشش کی تھی جو آج آووگاڈرو کا قانون کہلاتی ہے۔ اس قانون کے مطابق تمام گیسوں کے مساوی حجم میں درجہ حرارت اور دباؤ کی یکساں حالتوں میں سالموں کی تعداد مساوی ہوتی ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ جب تک درجہ حرارت اور دباؤ مستقل رہیں گے گیس کا حجم اس کے سالموں کی تعداد پر منحصر ہوگا یا دوسرے الفاظ میں گیس کی مقدار پر منحصر ہوگا۔ ریاضیاتی طور پر ہم لکھ سکتے ہیں کہ

$V \propto n$ جہاں n گیس کے مولوں کی تعداد ہے۔

$$\Rightarrow V = k_4 n \qquad (5.11)$$

ایک مول گیس میں سالمات کی تعداد 6.022×10^{23} معلوم کی گئی ہے اور اسے **ایووگاڈرو کا مستقلہ** کہتے ہیں۔ آپ دیکھیں گے کہ یہ وہی عدد ہے جسے ہم نے مول (اکائی 1) کی تعریف پر بحث کے دوران پایا تھا۔

چونکہ کسی گیس کا حجم مولوں کی تعداد کے براہ راست تناسب میں ہوتا ہے، **معیاری درجہ حرارت اور دباؤ (STP)*** پر ہر ایک گیس کا حجم یکساں ہوگا۔ معیاری درجہ حرارت اور دباؤ کا مطلب ہے **273.15 K** (0°C) درجہ حرارت اور **1** بار (یعنی قطعی **10^5** پاسکل) دباؤ۔ یہ قدریں سمندر کی سطح پر پانی کے نقطہ انجماد (تقریبی) اور فضائی دباؤ کو ظاہر کرتی ہیں۔ STP پر ایک آئیڈیل گیس یا آئیڈیل گیسوں کے مجموعے کا مولر حجم **$22.71098\ L\ mol^{-1}$** ہوتا ہے۔

جدول 5.2 میں کچھ گیسوں کے مولر حجم دیے گئے ہیں۔

کسی گیس کے مولوں کی تعداد کو مندرجہ ذیل طریقہ سے معلوم کر سکتے ہیں۔

$$n = \frac{m}{M} \qquad (5.12)$$

* پچھلا معیار ابھی تک اکثر استعمال کیا جاتا ہے اور دس سال سے پرانے تمام کیمیائی آنکڑوں میں استعمال کیا جاتا ہے اس تعریف میں ایس ٹی پی وہی درجہ حرارت ظاہر کرتا ہے یعنی 0°C (273.15k) لیکن دباؤ 1atm سے کچھ زیادہ ہے (101.325 k Pa) کسی بھی گیس یا گیسوں کے اتحاد (Combination) کا ایک مول ایس ٹی پی پر 22.413996L حجم گھیرے گا۔

معیاری محصور درجہ حرارت اور دباؤ (SATP) حالات بھی کچھ سائنسی کاموں میں استعمال ہوتے ہیں۔ ایس اے ٹی پی حالات کا مطلب ہے 298.15k اور 1bar یعنی قطعی 10^5 پاسکل)۔ ایس اے ٹی پی پر (1 بار اور 298.15k) آئیڈیل گیس کا مولر حجم $24.789L\ mol^{-1}$ ہوتا ہے۔

جدول 5.2 273.15k اور 1 بار (ایس ٹی پی) پر کچھ گیسوں کے لیٹر فی مول میں دیے گئے مولر حجم

آرگن	22.37
کاربن ڈائی آکسائڈ	22.54
ڈائی نائٹروجن	22.69
ڈائی آکسیجن	22.69
ڈائی ہائڈروجن	22.72
آئیڈیل گیس	22.71

جہاں m = متعلقہ گیس کی کمیت اور M، مولر کمیت

اس طرح

$$V = k_4 \frac{m}{M} \quad (5.13)$$

مساوات (5.13) کی ترتیب بدل کر اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$M = k_4 \frac{m}{V} = k_4 d \quad (5.14)$$

یہاں 'd' گیس کی کثافت ہے۔ (5.14) سے ہم یہ نتیجہ اخذ کرسکتے ہیں کہ کسی گیس کی کثافت اس کی مولر کمیت کے براہ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

وہ گیس جو بائل کے قانون، چارلس کے قانون اور آووگاڈرو کے قانون کو پابندی سے مانتی ہے ایک **آئڈیل گیس** (Ideal Gas) کہلاتی ہے۔ ایسی گیس فرضی ہوتی ہے۔ یہ مانا جاتا ہے کے آئیڈیل گیس کے سالموں کے درمیان بین سالمی قوتیں موجود نہیں ہوتی ہیں۔ اصل گیسیں ان قوانین کی صرف خاص حالات میں پابندی کرتی ہیں کہ جب باہمی عمل کی قوتیں برائے نام ہی موجود ہوں۔ باقی تمام حالات میں یہ آئیڈیل طرز عمل سے انحراف کرتی ہیں۔ اس انحراف کے بارے میں آپ اس باب میں آگے پڑھیں گے۔

5.6 آئیڈیل گیس مساوات (Ideal Gas Equation)

یہ تینوں قوانین جن کے بارے میں ہم نے اب تک پڑھا ہے ایک مساوات میں یکجا کئے جاسکتے ہیں جس کو ہم **آئیڈیل گیس مساوات** کہتے ہیں۔

مستقل T اور n پر $V \propto \frac{1}{p}$ **بائل کا قانون**

مستقل p اور n پر $V \propto T$ **چارلس کا قانون**

مستقل p اور T پر $V \propto n$ **ایووگاڈرو کا قانون**

اس طرح

$$V \propto \frac{nT}{p} \quad (5.15)$$

$$\Rightarrow V = R\frac{nT}{p} \quad (5.16)$$

جہاں R تناسب کا مستقلہ ہے۔ 5.16 کی ترتیب بدلنے سے ہمیں ملتا ہے

$$pV = nRT \quad (5.17)$$

$$\Rightarrow R = \frac{pV}{nT} \quad (5.18)$$

R کو گیس مستقلہ کہتے ہیں اور یہ تمام گیسوں کے لیے یکساں رہتا ہے۔ لہٰذا اس کو **آفاقی گیس مستقلہ** (Universal Gas Constant) بھی کہتے ہیں۔ مساوات 5.17 آئیڈیل گیس مساوات کہلاتی ہے۔

مساوات 5.18 بتاتی ہے کہ R کی قیمت ان اکائیوں پر منحصر ہے جس میں p، V اور T کی پیائش کی جاتی ہے۔ اس مساوات میں اگر تین متغیروں کی قیمت معلوم ہوتو چوتھے کی معلوم کی جاسکتی ہے۔ اس مساوات سے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ مستقل درجہ حرارت اور دباؤ پر کسی بھی گیس کے n مول کا حجم یکساں ہوگا کیونکہ $V = \frac{nRT}{p}$ اور n، R، T، اور p مستقل ہیں۔ یہ مساوات کسی بھی گیس کے لیے استعمال کی جاسکتی ہے ان حالات میں جب گیس کا طرز عمل آئیڈیل طرز عمل کی سمت ہوتا ہے۔ 1 مول آئیڈیل گیس کا حجم ایس ٹی پی حالات میں (273.15k اور 1 بار دباؤ) $22.710981 \text{ L mol}^{-1}$ ہوتا ہے۔ ان حالات میں 1 مول آئیڈیل گیس کے لیے، R کی قیمت مندرجہ ذیل طریقے سے نکالی جاسکتی ہے۔

$$R = \frac{(10^5 \text{ Pa})(22.71 \times 10^{-3} \text{m}^3)}{(1 \text{mol})(273.15 \text{K})}$$

$$= 8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$= 8.314 \times 10^{-2} \text{ bar L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$= 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

پہلے استعمال کیے گئے اُن ایس ٹی پی حالات ($0°C$ اور 1 فضائی دباؤ) R کی قدر 8.20578×10^{-2} L atm K^{-1} mol^{-1} ہوتی ہے۔
آئیڈیل گیس مساوات چار متغیروں کے درمیان تعلق کو ظاہر کرتی ہے اور یہ کسی بھی گیس کی حالت کا بیان کرتی ہے، لہٰذا، اسے حالت کی مساوات (Equation of State) بھی کہتے ہیں۔
آیئے اب آئیڈیل گیس مساوات کی طرف واپس چلتے ہیں۔ یہ متغیروں میں ایک ساتھ ہونے والی تبدیلیوں کا تعلق ہے۔ اگر کسی گیس کی متعین مقدار کے درجہ حرارت، حجم اور دباؤ T_1، V_1 اور p_1 سے T_2، V_2 اور p_2 میں تبدیل ہو رہے ہیں تو ہم لکھ سکتے ہیں۔

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = nR \quad \text{اور} \quad \frac{p_2V_2}{T_2} = nR$$

$$\Rightarrow \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \qquad (5.19)$$

مساوات (5.19) بہت مفید مساوات ہے۔ اگر چھ متغیروں میں سے کسی پانچ کی قیمت معلوم ہو تو چھٹے نا معلوم متغیرہ کی قیمت مساوات 5.19 سے معلوم کی جاسکتی ہے۔ اس مساوات کو متحدہ گیس قانون (Combined Gas Law) بھی کہتے ہیں۔

مسئلہ 5.3

25°C اور 760mm پارہ کے دباؤ پر ایک گیس 600mL حجم گھیرتی ہے۔ اس اونچائی پر اس کا دباؤ کیا ہوگا جہاں درجہ حرارت 10°C اور حجم 640 mL ہے؟

حل

p_1 = 760 mm Hg, V_1 = 600 mL
T_1 = 25 + 273 = 298 K
V_2 = 640 mL and T_2 = 10 + 273 = 283 K

متحدہ گیس قانون کے مطابق

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow p_2 = \frac{p_1V_1T_2}{T_1V_2}$$

$$\Rightarrow p_2 = \frac{(760\,\text{mm Hg})\times(600\,\text{mL})\times(283\,\text{K})}{(640\,\text{mL})\times(298\,\text{K})}$$

= 676.6 mm Hg

5.6.1 گیسی اشیا کی کثافت اور مولر کمیت (Density and Molar Mass of a Gaseous Substance)

آئیڈیل گیس مساوات کو مندرجہ ذیل طریقہ سے دوبارہ ترتیب دیا جاسکتا ہے۔

$$\frac{n}{V} = \frac{p}{RT}$$

n کو $\frac{m}{M}$ سے تبدیل کرنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

$$\frac{m}{M\,V} = \frac{p}{R\,T} \qquad (5.20)$$

$$\frac{d}{M} = \frac{p}{R\,T} \qquad (5.21)$$

جہاں d کثافت ہے۔

مساوات (5.21) کی ترتیب بدلنے سے بھی کسی گیس کی مولر کمیت معلوم کرنے کے لیے ایک تعلق حاصل ہوجاتا ہے۔

$$M = \frac{d\,RT}{p} \qquad (5.22)$$

5.6.2 جزوی دباؤ کا ڈالٹن کا قانون (Dalton's Law of Partial Pressures)

جان ڈالٹن نے 1801 میں یہ قانون وضع کیا تھا۔ اس کے مطابق غیر تعاملی گیسوں کے آمیزے کے ذریعہ ڈالا گیا کل دباؤ انفرادی گیسوں کے جزوی دباؤ کے برابر ہوتا ہے۔ یعنی کہ وہ دباؤ جو یہ گیس اسی حجم کے برتن میں علیحدہ علیحدہ یکساں درجہ حرارت پر ڈالیں۔ گیسوں کے آمیزے میں ایک منفرد گیس کے ذریعہ ڈالا گیا دباؤ جزوی دباؤ کہلاتا ہے۔ ریاضیاتی طور پر

$$p_{total} = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots\ldots \quad (\text{مستقل T، V پر}) \qquad (5.23)$$

جہاں p_{total} گیسوں کے آمیزے کے ذریعہ ڈالا گیا کل دباؤ ہے اور p_1، p_2، p_3 وغیرہ گیسوں کے جزوی دباؤ ہیں۔
گیسیں عام طور پر پانی کے اوپر جمع کی جاتی ہیں۔ لہٰذا وہ مرطوب ہوتی ہیں۔ خشک گیس کا دباؤ مرطوب گیس کے کل دباؤ میں سے جس میں بخارات بھی شامل ہوں گے پانی کے بخارات کو گھٹا کر حاصل کیا جاسکتا ہے۔ سیر شدہ ابخرات کے ذریعہ ڈالا گیا دباؤ آبی تناؤ (Aqueous Tension) کہلاتا ہے۔ مختلف درجہ حرارت پر پانی کا آبی تناؤ جدول 5.3 میں دیا گیا ہے۔

$$p_{\text{خشک گیس}} = p_{\text{کل}} - \text{آبی تناؤ} \qquad (5.24)$$

جدول 5.3 پانی کا آبی تناؤ (ابخارات کا دباؤ) درجہ حرارت کے تفاعل کے طور پر

درجہ حرارت/k	دباؤ/بار	درجہ حرارت/k	دباؤ/بار
273.15	0.0060	295.15	0.0260
283.15	0.0121	297.15	0.0295
288.15	0.0168	299.15	0.0331
291.15	0.0204	301.15	0.0372
293.15	0.0230	303.15	0.0418

مول کسر کی اصطلاح میں جزوی دباؤ

مان لیجیے درجہ حرارت T پر تین گیسیں جو حجم V میں مقید ہیں بالترتیب جزوی دباؤ p_1، p_2 اور p_3 ڈالتی ہیں، تو

$$p_1 = \frac{n_1RT}{V} \quad (5.25)$$

$$p_2 = \frac{n_2RT}{V} \quad (5.26)$$

$$p_3 = \frac{n_3RT}{V} \quad (5.27)$$

جہاں n_1، n_2 اور n_3 ان گیسوں کے مولوں کی تعداد ہے اس طرح کل دباؤ کے لیے علامت ہوگی

$$p_{کل} = p_1 + p_2 + p_3$$

$$= n_1\frac{RT}{V} + n_2\frac{RT}{V} + n_3\frac{RT}{V}$$

$$= (n_1 + n_2 + n_3)\frac{RT}{V} \quad (5.28)$$

p_1 کو $p_{کل}$ سے تقسیم کرنے پر ہمیں حاصل ہوگا۔

$$\frac{p_1}{p_{total}} = \left(\frac{n_1}{n_1+n_2+n_3}\right)\frac{RTV}{RTV}$$

$$= \frac{n_1}{n_1+n_2+n_3} = \frac{n_1}{n} = x_1$$

جہاں $n = n_1 + n_2 + n_3$

x_1، پہلی گیس کا مول کسر کہلاتا ہے۔

اس طرح $p_1 = x_1\, p_{کل}$

اسی طرح باقی دو گیسوں کے لیے بھی ہم لکھ سکتے ہیں۔

$p_2 = x_2\, p_{کل}$ اور $p_3 = x_3\, p_{کل}$

لہٰذا ایک عام مساوات اس طرح لکھ سکتے ہیں:

$$p_i = x_i\, p_{کل} \quad (5.29)$$

جہاں p_i اور x_i بالترتیب گیس کے جزوی دباؤ اور مول کسر ہیں۔ اگر گیسوں کے آمیزے کا کل دباؤ معلوم ہو تو منفرد گیسوں کے ذریعہ ڈالے گئے دباؤ کو مساوات 5.29 کی مدد سے نکالا جا سکتا ہے۔

مسئلہ 5.4

نیون اور ڈائی آکسیجن کے ایک آمیزے میں 70.6g ڈائی آکسیجن اور 167.5g نیون ہے۔ اگر سلینڈر میں گیسوں کے آمیزے کا دباؤ 25 بار ہے اس آمیزے میں ڈائی آکسیجن اور نیون کا جزوی دباؤ کیا ہوگا؟

حل

ڈائی آکسیجن کے مولوں کی تعداد $= \frac{70.6\text{g}}{32\text{g mol}^{-1}}$

$= 2.21$ مول

نیون کے مولوں کی تعداد $= \frac{167.5\text{g}}{20\text{g mol}^{-1}}$

$= 8.375$ مول

ڈائی آکسیجن کا مول کسر $= \frac{2.21}{2.21+8.375}$

$= \frac{2.21}{10.585}$

$= 0.21$

نیون کا مول کسر $= \frac{8.375}{2.21+8.375}$

$= 0.79$

دوسرے طریقے سے

نیون کا مول کسر $= 1 - 0.21$

$= 0.79$

گیس کا جزوی دباؤ = مول کسر × کل دباؤ

آکسیجن کا جزوی دباؤ $= (25\text{ bar}) \times 0.21$

	$5.25\ bar =$
نیون کا جزوی دباؤ	$(25\ bar) \times 0.79 =$
	$19.75\ bar =$

5.7 گیسوں کا حرکی سالمی نظریہ (Kinetic Molecular Theory of Gases)

اب تک ہم نے ان قوانین (مثلاً بائل کا قانون، چارلس کا قانون وغیرہ) کے بارے میں پڑھا ہے جو سائنسدانوں کے ذریعہ تجربہ گاہوں میں تحقیق کی بنیاد پر حاصل کیے گئے مشاہدات کے مختصر بیانات تھے۔ احتیاط کے ساتھ تجربہ کرنا سائنسی طریقہ کا ایک اہم پہلو ہے جو ہمیں یہ بتاتا ہے کہ کوئی ایک خاص نظام مختلف حالات میں کس قسم کے طرزِ عمل کا اظہار کرتا ہے۔ تاہم ایک مرتبہ جب تجرباتی حقائق قائم ہو جاتے ہیں تو سائنسداں کو یہ تجسس رہتا ہے کہ نظام ایک مخصوص طرزِ عمل کا اظہار کیوں کرتا ہے۔ مثال کے طور گیس کے قوانین یہ پیشین گوئی کرنے میں مدد کرتے ہیں کہ جب ہم گیسوں کو دباتے ہیں تو ان کا دباؤ بڑھ جاتا ہے۔ لیکن ہم یہ جاننا چاہیں گے کہ جب کسی گیس کو دبایا جاتا ہے تو سالمی سطح پر کیا ہوتا ہے؟ اپنے سوالات کے جواب دینے کے لیے ایک نظریہ کی تشکیل کی گئی ہے۔ تھیوری ایک ماڈل ہوتی ہے (یعنی ایک ذہنی/تصویر) جو ہمیں ہمارے مشاہدات کو بہتر طور پر سمجھنے میں مدد کرتی ہے۔ وہ نظریہ جو گیسوں کے طرزِ عمل کی تشریح کی کوشش کرتا ہے حرکی سالمی نظریہ (Kinetic Molecular Theory) کہلاتا ہے۔

گیسوں کے حرکی سالمی نظریے کے مفروضات مندرجہ ذیل ہیں۔ یہ مفروضات ایٹم اور سالموں سے متعلق ہیں جو دیکھے نہیں جاسکتے، لہٰذا یہ کہا جاسکتا ہے کہ یہ گیسوں کے خوردبینی ماڈل کی تصویر پیش کرتا ہے۔

- گیس مماثل ذرات (ایٹم یا سالمات) کی ایک کثیر تعداد پر مشتمل ہوتی ہیں جو اتنے چھوٹے اور ایک دوسرے سے اتنے دور ہوتے ہیں کہ سالموں کا اصل حجم ان کے درمیان کی خالی جگہ کے حجم کے مقابلہ میں قابلِ نظر انداز ہوتا ہے۔ انہیں نقطہ کمیت سمجھا جاتا ہے۔ یہ مفروضہ گیسوں کی بہت زیادہ دبائے جاسکنے کی صلاحیت کی وضاحت کرتا ہے۔
- ایک عام درجہ حرارت اور دباؤ پر گیس کے ذرات کے درمیان کوئی قوتِ کشش نہیں ہوتی۔ اس مفروضہ کو اس حقیقت کی حمایت حاصل ہے کہ گیسیں پھیلتی ہیں اور اس تمام جگہ کو گھیر لیتی ہیں جو انہیں دستیاب ہوتی ہے۔
- گیس کے ذارت ہمیشہ ایک مستقل اور بے ترتیبی سے گردش میں رہتے ہیں۔ اگر ذرات سکون کی حالت میں ہوتے اور مخصوص جگہ گھیرتے تو گیس کی ایک مستقل شکل ہوتی جو نہیں پائی گئی ہے۔
- گیس کے ذرات ایک سیدھی لائن میں ہر ممکن سمت میں حرکت کرتے ہیں۔ وہ آپس میں اور برتن کی دیوار سے ٹکراتے ہیں۔ برتن کی دیوار سے ذرات کے ٹکرانے کے نتیجہ میں ہی گیس کے ذریعہ دباؤ پڑتا ہے۔
- گیس کے ذرات کی کا ٹکراؤ مکمل طور پر الاسٹک (Ilastic) ہوتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ ٹکرانے سے پہلے اور ٹکرانے کے بعد ذرات کی کل توانائی یکساں رہتی ہے۔ ٹکرانے والے ذرات کے درمیان توانائی کا تبادلہ ہوسکتا ہے۔ ان کی انفرادی توانائی تبدیل ہوسکتی ہے لیکن ان کی کل توانائی یکساں رہتی ہے۔ اگر حرکی توانائی میں کمی ہوتی تو سالموں کی حرکت رک جاتی اور گیسیں بیٹھ جاتیں۔ یہ اس کے برخلاف ہے جو کہ مشاہدہ میں آتا ہے۔
- کسی ایک خاص وقت پر گیس کے مختلف ذرات کی رفتار مختلف ہوتی ہے۔ لہٰذا ان کی حرکی توانائی مختلف ہوتی ہے۔ یہ مفروضہ معقول ہے کیونکہ جیسے جیسے ذرات ٹکراتے ہیں۔ ہم توقع کرتے ہیں کہ ان کی رفتار بدل جائے گی۔ ابتدا میں اگر چہ تمام ذرات کی رفتار یکساں بھی ہوتی تو سالماتی تصادم اس یکسانیت کو ختم کر دیتا نتیجتاً ذرات کی رفتار مختلف ہوتی ہے جو مستقل تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ یہ دکھانا ممکن ہے اگر چہ انفرادی رفتار تبدیل ہو رہی ہے پھر بھی ایک خاص درجہ حرارت پر رفتار کی تقسیم مستقل ہے۔
- اگر ایک سالمہ کی رفتار تغیر پذیر ہے، تو اس کی حرکی توانائی بھی تغیر پذیر ہوگی۔ ان حالات میں ہم صرف اوسط حرکی توانائی کی ہی بات کر سکتے ہیں۔ حرکی نظریہ میں یہ فرض کیا جاتا ہے کہ گیس کے سالموں کی اوسط حرکی توانائی مطلق درجہ حرارت کے براہ راست تناسب میں ہوتی ہے۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ مستقل حجم پر گیس کو گرم کرنے پر اس کا دباؤ بڑھ جاتا ہے۔ گرم کرنے پر گیس کے ذرات

کی حرکی توانائی بڑھ جاتی ہے اور یہ برتن کی دیوار پر زیادہ اور تیزی سے ٹکراتے ہیں جس سے دباؤ زیادہ پڑتا ہے۔

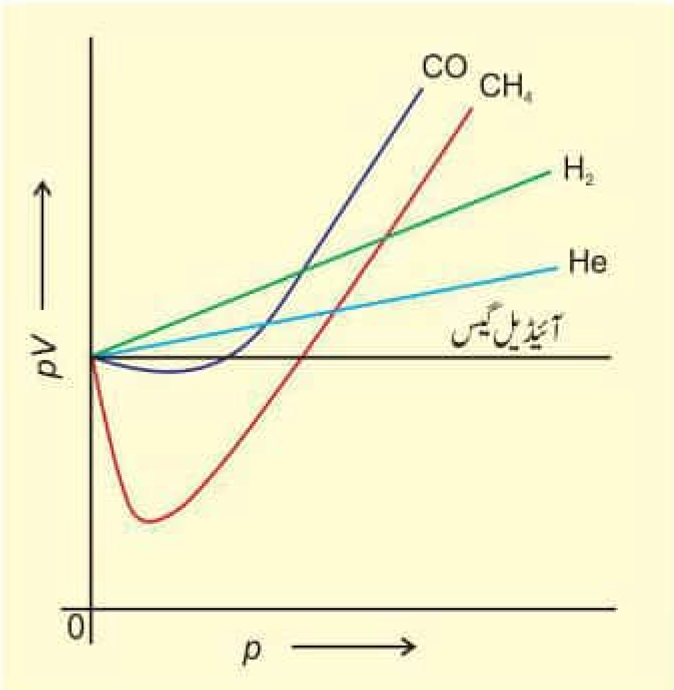
گیسوں کا حرکی نظریہ ہمیں پچھلے سیکشنوں میں مطالعہ کیے گئے گیسوں کے تمام قوانین کو نظریاتی طور پر حاصل کرنے میں مدد کرتا ہے۔ گیسوں کے حرکی نظریہ کی بنیاد پر کی گئی تمام تحسیبات اور پیشین گوئیاں تجرباتی مشاہدات کے ساتھ متفق پائی گئی ہیں اور اس طرح اس ماڈل کی درستگی کو قائم کرتی ہیں۔

5.8 حقیقی گیسوں کا طرز عمل ۔ آئیڈیل گیس طرز عمل سے انحراف (Behaviour of Real Gases: Deviation from Ideal Gas Behaviour)

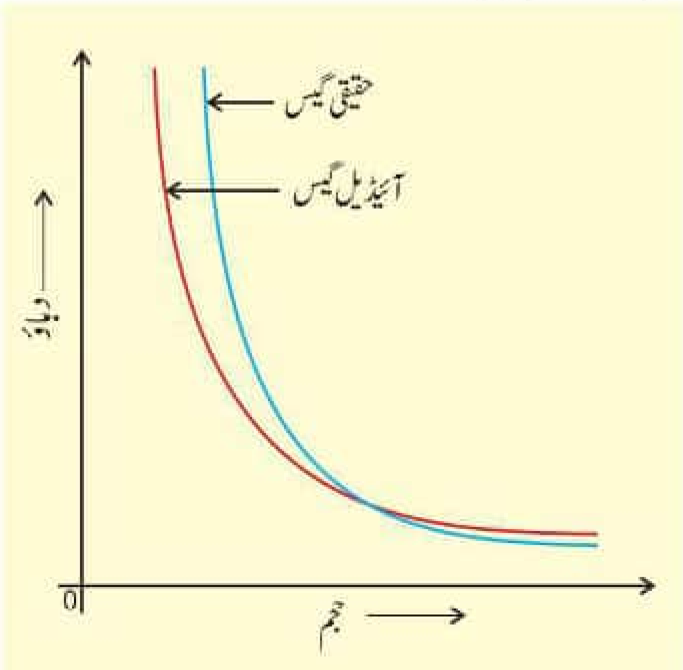
ہمارا گیسوں کا نظریاتی ماڈل تجرباتی مشاہدات سے بہت اچھی طرح میل کھاتا ہے۔ دشواری اس وقت پیدا ہوتی ہے جب ہم یہ جانچ کرتے ہیں کہ کس حد تک $pV = nRT$ تعلق گیسوں کے حقیقی دباؤ۔ حجم، درجہ حرارت کے تعلق کو دہراتا ہے۔ اس نقطہ کی جانچ کے لیے ہم گیسوں کا pV - p گراف تیار کرتے ہیں، کیونکہ مستقل درجہ حرارت پر pV مستقل ہوجائے گا۔ (بائل کا قانون) اور تمام گیسوں کے لیے pV بمقابلہ p گراف x محور کے متوازی سیدھی لائن ہوگی۔ شکل 5.8 273k پر مختلف گیسوں کے لیے حقیقی اعداد و شمار کی مدد سے تیار کیے گئے پلاٹ کو دکھاتی ہے۔

یہ بہت آسانی سے دیکھا جاسکتا ہے کہ مستقل درجہ حرارت پر حقیقی گیسوں کے لیے pV بمقابلہ p گراف ایک سیدھی لائن نہیں ہے۔ آئیڈیل گیسوں سے انحراف اہم ہے۔ دو طرح کے منحنی نظر آرہے ہیں۔ ڈائی ہائڈروجن اور ہیلیم کے لیے جیسے جیسے p بڑھتا ہے pV کی قدر بھی بڑھتی ہے۔ دوسری گیسوں جیسے کاربن مونو آکسائڈ اور میتھین کے معاملے میں دوسری قسم کا گراف دیکھا گیا ہے۔ ان گرافوں میں پہلے آئیڈیل گیس سے منفی انحراف ہے۔ دباؤ بڑھنے کے ساتھ pV کی قدر گھٹتی ہے اور کمترین پر پہنچ جاتی ہے جو کسی گیس کی مخصوص قدر ہے اس کے بعد pV کی قدر میں اضافہ ہوتا ہے اور اس کے بعد منحنی آئیڈیل گیس کی لائن کو پار کرتا ہے اور اس کے بعد مسلسل مثبت انحراف دکھاتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ حقیقی گیسیں تمام حالات میں آئیڈیل گیس کے طرز عمل کا اتباع نہیں کرتی ہیں۔

آئیڈیل طرز عمل سے انحراف اس وقت بھی نظر آتا ہے جب دباؤ بمقابلہ حجم کا گراف بنایا جاتا ہے۔ تجربہ کی بنیاد پر حاصل کیے گئے اعداد و شمار (حقیقی گیس کے) کے دباؤ۔ حجم گراف کو بائل قانون کے ذریعہ (آئیڈیل گیس کے) نظریاتی اعداد و شمار کے گراف پر منطبق (Coincide) ہونا چاہیے۔ شکل 5.9 میں یہ گراف دکھائے گئے ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ بہت زیادہ دباؤ پر پیمائش کیا گیا حجم حساب لگائے گئے حجم سے زیادہ ہے۔ کم پر پیمائش کیے گئے اور حساب لگائے گئے حجم ایک دوسرے کے نزدیک پائے گئے۔



شکل 5.8 حقیقی اور آئیڈیل گیسوں کے لیے pV بمقابلہ p گراف



شکل 5.9 حقیقی اور آئیڈیل گیس کے لیے دبائو ۔حجم گراف

یہ دیکھا گیا ہے کہ حقیقی گیسیں سبھی حالات میں بائل کے قانون چارلس کے قانون اور آوگاڈرو کے قانون کا مکمل طور پر اتباع نہیں کرتیں، اب دو سوال پیدا ہوتے ہیں۔

(i) گیسوں کا آئیڈیل طرز عمل سے انحراف کیوں ہے؟

(ii) وہ کون سے حالات ہیں جب گیسیں آئیڈیل طرز عمل سے انحراف کرتی ہیں۔

پہلے سوال کا جواب ہمیں مل جائے گا اگر ہم حرکی نظریے کے مفروضات پر ایک بار پھر نظر ڈالیں۔ ہم دیکھیں گے کہ حرکی نظریے کے دو مفروضات ٹھیک نہیں ہیں۔

(a) گیس کے سالموں کے درمیان کوئی قوتِ کشش نہیں ہے۔

(b) گیس کے سالموں کا حجم ان کے ذریعہ گھیری گئی جگہ کے مقابلہ میں قابل نظر انداز ہوتا ہے۔

اگر مفروضہ (a) صحیح ہے تو گیس کبھی رقیق نہیں ہوگی۔ بہر حال ہم جانتے ہیں کہ گیس ٹھنڈا ہونے اور دبائے جانے پر رقیق میں تبدیل ہوتی ہیں اور یہ بھی کہ اس طرح بنی ہوتی رقیق کو دبانا بہت مشکل ہوتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ دافع قوتیں اتنی قوی ہیں کہ وہ تھوڑے سے حجم میں سالموں کو مزید بھینچنے سے روکتی ہیں۔ اگر مفروضہ (b) صحیح ہے تو تجرباتی اعداد وشمار (حقیقی گیس) اور بائل قانون (Ideal Gas) کے ذریعہ حساب لگائے گئے اعداد وشمار کے دباؤ بمقابلہ حجم گراف میں انطباق ہونا چاہیے۔

حقیقی گیسیں آئیڈیل گیس قوانین سے انحراف کرتی ہیں کیونکہ ان کے سالمہ ایک دوسرے سے باہم دگرعمل کرتے ہیں۔ زیادہ دباؤ پر گیسوں کے سالمے ایک دوسرے کے بہت نزدیک ہوتے ہیں۔ سالماتی باہم دگرعمل شروع ہوجاتا ہے۔ زیادہ دباؤ پر سالمے برتن کی دیواروں سے پوری قوت سے نہیں ٹکراتے کیونکہ وہ سالمی قوت کشش کی وجہ سے دوسرے سالموں کے ذریعہ واپس کھینچ لیے جاتے ہیں۔ یہ سالموں کے ذریعہ برتن کی دیوار پر ڈالے گئے دباؤ کو متاثر کرتا ہے۔ لہٰذا آئیڈیل گیس کے مقابلے میں حقیقی گیس کے ذریعہ ڈالا گیا دباؤ کم ہوتا ہے۔

$$p_{ideal} = p_{real} + \frac{an^2}{V^2} \qquad (5.30)$$

تصحیح رکن + مشاہداتی دباؤ

یہاں a ایک مستقلہ ہے۔

دافع قوتیں بھی اہم ہو جاتی ہیں۔ دافع باہم دگرعمل کم فاصلاتی باہم دگرعمل ہوتے ہیں اور یہ اس وقت اہم ہوتے ہیں جب سالمے تقریباً ایک دوسرے کے لمس میں ہوں۔ یہ حالت زیادہ دباؤ میں ہوتی ہے۔ دافع قوتیں سالموں کو چھوٹے لیکن ناقابل دخول پذیر کرّوں کی طرح برتاؤ کرنے کی وجہ بنتی ہیں۔ سالموں کے ذریعہ گھیرا گیا حجم بھی اہم ہو جاتا ہے کیونکہ حجم V میں حرکت کرنے کے بجائے اب وہ (V-nb) حجم میں محدود ہوگئے ہیں، جہاں nb خود سالموں کے ذریعہ گھیرا گیا تقریباً کل حجم ہے۔ یہاں b ایک مستقلہ ہے۔ دباؤ اور حجم کے لیے ارکان کو مدِ نظر رکھتے ہوئے ہم مساوات 5.17 کو اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT \qquad (5.31)$$

مساوات 5.31 ون ڈروالس مساوات (Vander Waals Equation) کہلاتی ہے۔ اس مساوات میں n، گیس کے مولوں کی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ مستقلہ a اور b ون ڈروالز مستقلے کہلاتے ہیں ان کی قیمت گیس کی خصوصیات پر منحصر ہوتی ہے۔ a کی قیمت گیس کے اندر بین سالمی قوتِ کشش کی وسعت کی پیائش ہوتی ہے اور یہ درجہ حرارت اور دباؤ پر منحصر نہیں ہوتی۔

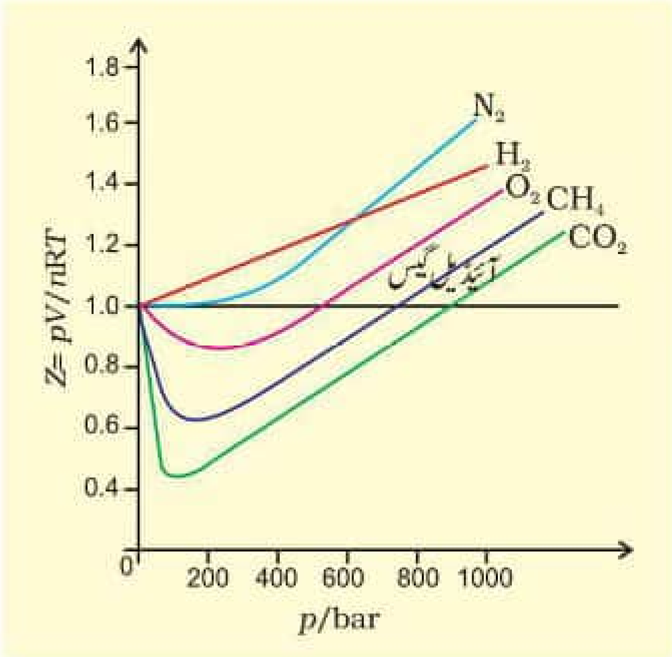
بہت کم دباؤ پر بھی بین سالمی قوتیں اہم ہو جاتی ہیں۔ جب سالمے بہت ہی کم اوسط رفتار سے حرکت کرتے ہیں لہٰذا یہ قوت کشش کی بدولت ایک دوسرے کی گرفت میں آجاتے ہیں۔ حقیقی گیسیں آئیڈیل طرز عمل اس وقت ظاہر کرتی ہیں جب درجہ حرارت اور دباؤ کے حالات ایسے ہوں کہ بین سالمی قوت برائے نام ہی ہوں۔ حقیقی گیسیں آئیڈیل طرز عمل اس وقت ظاہر کرتی ہیں جب دباؤ صفر کی سمت جاتا ہے۔

آئیڈیل طرز عمل سے انحراف کی پیائش کمپریسیبلٹی فیکٹر Z(Compressibility Factor) کی اصطلاح میں کی جاتی ہے جو ماحصل pV اور nRT کے کی نسبت کی شکل میں ہوتا ہے۔ ریاضیاتی طور پر۔

$$Z = \frac{pV}{nRT} \qquad (5.32)$$

آئیڈیل گیس کے لیے تمام درجہ حرارت اور دباؤ کے لیے $Z = 1$ ہوتا ہے کیونکہ $p = nRT$ Z کا p کے ساتھ گراف ایک سیدھی لائن میں ہوگا جو کہ دباؤ محور کے متوازی ہوگی (شکل 5.10)۔ ان گیسوں کے لیے

جو آئیڈیل طرزِ عمل سے انحراف کرتی ہیں۔ Z کی قیمت اکائی سے انحراف کرے گی۔



شکل 5.10 کچھ گیسوں کے لیے کمپریسیبلٹی فیکٹر میں تغیر

بہت کم دباؤ پر تمام گیسیں جو دکھائی گئی ہیں ان کا $Z \approx 1$ ہے اور وہ آئیڈیل گیس کی طرح طرزِ عمل کرتی ہیں۔ زیادہ دباؤ پر تمام گیسوں کے لیے $Z > 1$ ہے۔ ان کو دبانا زیادہ مشکل ہے۔ درمیانی دباؤ پر زیادہ تر گیسوں کے لیے $Z < 1$ ہوتا ہے۔ **لہٰذا گیسیں آئیڈیل طرزِ عمل اس وقت ظاہر کرتی ہیں جب ان کے ذریعہ گھیرا گیا حجم اتنا زیادہ ہو کہ اس کے مقابلے میں سالموں کے لیے حجم کو نظر انداز کیا جا سکے۔** بالفاظ دیگر گیسوں کا طرزِ عمل اس وقت آئیڈیل ہو جاتا ہے جب دباؤ بہت کم ہوتا ہے۔ کوئی گیس کس حد تک آئیڈیل گیس قانون کا اتباع کرتی ہے اس کا انحصار گیس کی ماہیت اور درجہ حرارت پر ہوتا ہے۔ وہ درجہ حرارت پر جس پر کوئی حقیقی گیس کسی دباؤ کی قابل قبول وسعت تک آئیڈیل گیس قانون کا اتباع کرتی ہے **بائل درجہ حرارت یا بائل پوائنٹ** (Boile Point) کہلاتا ہے۔ کسی گیس کا بائل پوائنٹ اس کی فطرت پر منحصر ہوتا ہے۔ اپنے بائل پوائنٹ سے اوپر حقیقی گیسیں آئڈیل طرزِ عمل سے مثبت انحراف دکھاتی ہیں اور Z کی قیمت ایک سے زیادہ ہوتی ہے۔ سالموں کے درمیان قوت کشش بہت کمزور ہوتی ہے۔ بائل پوائنٹ سے نیچے حقیقی گیسیں پہلے دباؤ میں بڑھوتری کے ساتھ Z کی قیمت میں کمی دکھاتی ہیں جو ایک کمترین قیمت تک پہنچ جاتا ہے۔ دباؤ مزید بڑھانے سے Z کی قیمت مسلسل بڑھتی ہے۔ مندرجہ بالا وضاحت یہ دکھاتی ہے کہ کم دباؤ اور زیادہ درجہ حرارت پر گیسیں مثالی (آئیڈیل) طرزِ عمل کا اظہار کرتی ہیں۔ یہ حالات مختلف گیسوں کے لیے مختلف ہوتے ہیں۔

اگر ہم مندرجہ ذیل استخراج (Derivation) کو دیکھیں تو Z کی اہمیت میں زیادہ بصیرت حاصل ہوگی۔

$$Z = \frac{pV_{real}}{nRT} \qquad (5.33)$$

اگر گیس مثالی طرزِ عمل ظاہر کرتی ہے تو $V_{ideal} = \frac{nRT}{p}$ مساوات (5.33) میں $\frac{nRT}{p}$ کی قیمت رکھنے پر۔

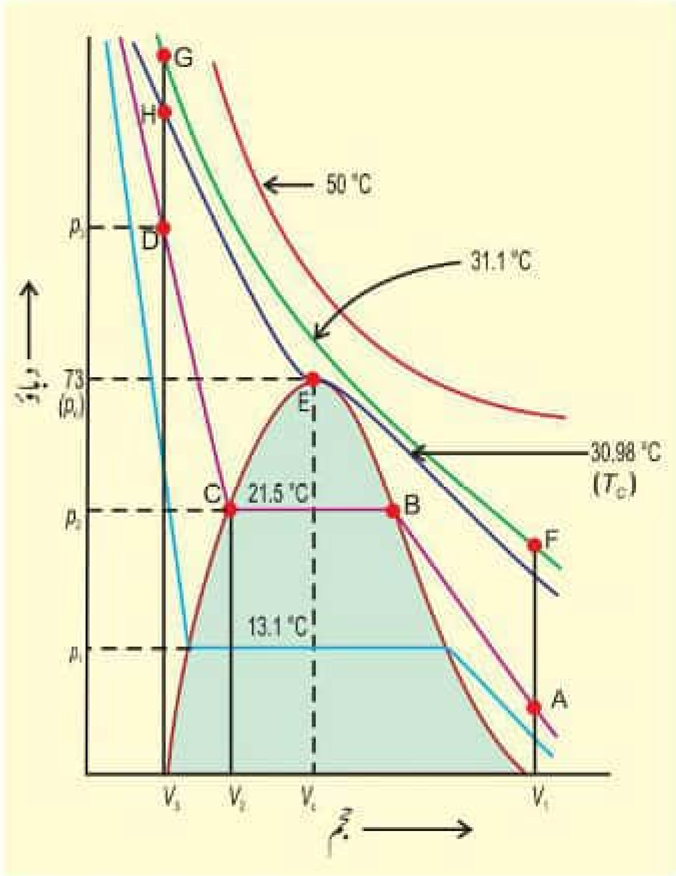
$$Z = \frac{V_{real}}{V_{ideal}} \qquad (5.34)$$

مساوات 5.34 سے دیکھ سکتے ہیں کہ کمپریسیبلٹی فیکٹر کسی گیس کے حقیقی مولر حجم اور اس کے اس مولر حجم کی نسبت ہوتا ہے جب وہ گیس اس درجہ حرارت اور دباؤ پر مثالی ہو۔

مندرجہ ذیل سیکشن میں ہم دیکھیں گے کہ گیسی حالت اور رقیق حالت میں فرق کرنا ممکن نہیں ہے اور رقیق کو ہم بہت کم حجم اور بہت زیادہ سالماتی کشش والے خطے میں گیسی حالت کا تسلسل ہی سمجھ سکتے ہیں ہم یہ دیکھیں گے کہ کس طرح گیسوں کے آئسوتھرم کے استعمال سے گیسوں کے حالات کی پیشین گوئی کی جا سکتی ہے۔

5.9 گیسوں کی اماعت (Liquifaction of Gases)

کسی شے کے دباؤ، حجم، درجہ حرارت تعلق سے متعلق مکمل اعداد و شمار گیس اور رقیق حالت کے لیے رقیق حالت میں سب سے پہلے تھامس اینڈ ریوز نے کاربن ڈائی آکسائڈ کے لیے حاصل کیے تھے۔ اس نے مختلف درجہ حرارت پر کاربن ڈائی آکسائڈ کے آئسوتھرم پلاٹ کیے (شکل 5.11)۔ بعد میں یہ پایا گیا کہ حقیقی گیسیں بالکل اسی طرح کا طرزِ عمل کرتی ہیں جیسے کہ کاربن ڈائی آکسائڈ۔ اینڈ ریوز نے دیکھا کہ اونچے درجہ حرارت پر آئیسوتھرم مثالی گیس کی طرح ہوتے ہیں اور بہت زیادہ دباؤ پر بھی بہت گیس کی اماعت نہیں کی جا سکتی۔ جیسے جیسے درجہ حرارت کم ہوتا ہے منحنی کی شکل بدلتی ہے اور اعداد و شمار مثالی طرزِ عمل سے کافی انحراف دکھاتے ہیں۔ 30.98°C پر کاربن ڈائی آکسائڈ 73 فضائی دباؤ تک گیس ہی رہتی ہے (شکل 5.11 میں نقطہ E)۔



شکل 5.11 مختلف درجہ حرارت پر کاربن ڈائی آکسائیڈ کے آئسوتھرم

73 فضائی دباؤ پر پہلی مرتبہ رقیق کاربن ڈائی آکسائڈ نظر آتی ہے۔ درجہ حرارت 30.98°C کاربن ڈائی آکسائڈ کا **فاصل درجہ حرارت (T_C)** (Critical Temperature) کہلاتا ہے۔ یہ وہ زیادہ سے زیادہ درجہ حرارت ہے جس پر رقیق کاربن ڈائی آکسائڈ نظر آتی ہے۔ اس درجہ حرارت سے اوپر یہ گیس ہوتی ہے۔ فاصل درجہ حرارت پر کسی گیس کے ایک مول کا حجم **فاصل حجم (V_C)** اور اس درجہ حرارت پر دباؤ **فاصل دباؤ (P_C)** کہلاتا ہے۔ فاصل درجہ حرارت، دباؤ اور حجم فاصل مستقلے کہلاتے ہیں۔ دباؤ میں مزید اضافہ رقیق کاربن ڈائی آکسائڈ کو مزید دباتا ہے اور منحنی رقیق کی دبنے (پچکنے) کی صلاحیت کو ظاہر کرتا ہے۔ ڈھلان رقیق کے آئیسوتھرم کو ظاہر کرتا ہے۔ ہلکے سے پچکاؤ کے نتیجے میں دباؤ میں تیزی سے اضافہ ہوتا ہے جو رقیق کی پچکنے کی بہت کم صلاحیت کو ظاہر کرتا ہے۔ 30.98°C سے نیچے پچکنے پر گیس کا طرزعمل مختلف ہوتا ہے 21.5°C پر کاربن ڈائی آکسائڈ نقطہ B تک ہی گیس رہتی ہے۔ نقطہ B پر ایک خاص حجم کی رقیق ظاہر ہوتی ہے۔ مزید پچکاؤ سے دباؤ میں کوئی تبدیلی نہیں آتی۔ گیس اور رقیق کاربن ڈائی آکسائڈ ایک ساتھ موجود ہوتی ہیں۔ دباؤ کے مزید استعمال کے نتیجہ میں زیادہ گیس تکثیف ہوتی ہے یہاں تک کہ نقطہ C تک پہنچ جاتی ہے۔ نقطہ C پر تمام گیس کی تکثیف ہو جاتی ہے اور دباؤ کا مزید استعمال رقیق کو محض دباتا ہے جیسا کہ ڈھلان سے ظاہر ہے۔ حجم V_2 سے V_3 کے معمولی پچکاؤ سے دباؤ میں p_2 سے p_3 تک تیزی سے اضافہ ہوتا ہے (شکل 5.11)۔ 30.98°C (فاصل درجہ حرارت) سے نیچے ہر ایک منحنی یہی رجحان دکھاتا ہے۔ کم درجہ حرارت پر صرف افقی لائن کی لمبائی ہی بڑھتی ہے۔ فاصل نقطہ پر آئسوتھرم کا افقی حصہ ایک نقطہ میں ضم ہو جاتا ہے۔ لہٰذا ہم دیکھتے ہیں کہ شکل 5.11 میں ایک نقطہ جیسے کہ A گیسی حالت کو ظاہر کرتا ہے۔ ایک نقطہ جیسا کہ D رقیق حالت کو ظاہر کرتا ہے اور ایک نقطہ جو گنبد کی شکل کے علاقہ کے اندر ہوتا ہے کاربن ڈائی آکسائڈ کی رقیق اور گیسی حالت میں توازن کو ظاہر کرتا ہے۔ تمام گیسیں مستقل درجہ حرارت پر دبائے جانے پر (Isothermal Compression) ایسا ہی طرزعمل ظاہر کرتی ہیں جیسا کہ کاربن ڈائی آکسائڈ کا ہوتا ہے۔ مندرجہ بالا بحث سے یہ بھی ظاہر ہوتا ہے کہ اماعت کے لیے گیسوں کو ان کے فاصل درجہ حرارت سے نیچے تک ٹھنڈا کرنا چاہیے۔ فاصل درجہ حرارت کسی گیس کا وہ زیادہ سے زیادہ درجہ حرارت ہوتا ہے جس پر گیس کی اماعت پہلے ہوتی ہے۔ مستقل کہلائی جانے والی ایسی گیسوں (یعنی وہ گیسیں جو Z قیمت میں مسلسل مثبت انحراف دکھاتی ہیں) کی اماعت کے لیے ٹھنڈا کرنے اور پچکانے کی ضرورت ہوتی ہے۔ پچکانے سے سالمے ایک دوسرے کے قریب آتے ہیں اور ٹھنڈا کرنے سے ان کی حرکت میں کمی واقع ہوتی ہے۔ لہٰذا بین سالمی باہم دگر عمل قریبی اور سست رو سالموں کو ایک جگہ باندھے رکھ سکتے ہیں اور گیس رقیق میں تبدیل ہوتی ہے۔

یہ ممکن ہے کہ گیس کو رقیق یا رقیق کو گیس میں ایک ایسے عمل کے ذریعہ تبدیل کرنا ممکن ہے جس میں ہمیشہ ہی ایک فیز (Phase) موجود ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر شکل 5.11 میں ہم درجہ حرارت میں اضافہ کر کے نقطہ A سے F تک عمودی طور پر جا سکتے ہیں، پھر مستقل درجہ حرارت پر گیس کو دبا کر اس آئیسوتھرم کے ذریعہ (آئیسوتھرم 31.1°C) نقطہ G تک پہنچ سکتے ہیں۔ دباؤ میں اضافہ ہوگا۔ اب ہم عمودی طور پر نیچے کی سمت D کی طرف درجہ حرارت کو کم کرتے ہوئے حرکت کر سکتے ہیں۔ جیسے ہی ہم فاصل آئیسوتھرم پر نقطہ H سے گزریں گے ہمیں رقیق حاصل ہوگا۔ ہمارا عمل رقیق پر مکمل ہوگا لیکن تبدیلیوں کے اس سلسلے میں ہم کسی بھی

دو فیز والے مقام سے نہیں گزریں گے۔ اگر یہ عمل فاصل درجہ حرارت پر کیا جائے تو شے ہمیشہ ہی ایک فیز (Phase) میں رہتی ہے۔

اس طرح گیسی اور رقیق حالت میں ایک تسلسل ہوتا ہے۔ اس تسلسل کی پہچان کے لیے رقیق یا گیس کے لیے اصطلاح سیال (Fluid) کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اس طرح رقیق کو ایک بہت کثیف گیس کی شکل میں دیکھا جاسکتا ہے۔ رقیق اور گیس میں صرف اس وقت ہی فرق کیا جاسکتا ہے جب سیال اپنے فاصل درجہ حرارت سے نیچے ہو اور اس کا دباؤ اور حجم گنبد کے اندر واقع ہو، کیونکہ اس حالت میں رقیق اور گیس ایک توازن میں ہوں گے اور دو فیز کو علیحدہ کرنے والی سطح بھی نظر آئے گی۔ اس سطح کی غیر موجودگی میں دونوں حالتوں میں فرق کرنے کی کوئی بنیادی تدبیر نہیں ہے۔ فاصل درجہ حرارت پر رقیق، گیسی حالت میں بتدریج آہستہ آہستہ اور مسلسل سرایت کرتی ہے۔ دونوں فیز کو علیحدہ کرنے والی سطح معدوم ہوجاتی ہے (سیکشن 5.10.1)۔ دباؤ ڈال کر ایک گیس کی فاصل درجہ حرارت سے نیچے اماعت کی جاسکتی ہے اور یہ اس شے کے بخارات کہلاتے ہیں۔ کاربن ڈائی آکسائڈ گیس اپنے فاصل درجہ حرارت سے نیچے کاربن ڈائی آکسائڈ بخارات کہلاتی ہے۔ کچھ عام اشیا کے فاصل مستقلے جدول 5.4 دیئے گئے ہیں۔

جدول 5.4 کچھ اشیا کے فاصل مستقلے

شے	T_c/K	p_c/bar	V_c/dm^3 mol^{-1}
H_2	33.2	12.97	0.0650
H_e	5.3	2.29	0.0577
N_2	126.0	33.9	0.0900
O_2	154.3	50.4	0.0744
CO_2	304.10	73.9	0.0956
H_2O	647.1	220.6	0.0450
NH_3	405.5	113.0	0.0723

مسئلہ 5.5

گیس کے مخصوص فاصل درجہ حرارت ہوتے ہیں جن کا انحصار گیس کے ذرات کے درمیان بین سالمی قوت کی وسعت پر ہوتا ہے۔ امونیا اور کاربن ڈائی آکسائڈ کے فاصل درجہ حرارت بالترتیب 405.5k اور 304.10k ہیں۔ ان میں سے کون سی گیس پہلے رقیق بنے گی جب آپ انہیں 500k سے ان کے فاصل درجہ حرارت تک ٹھنڈا کرنا شروع کریں گے؟

حل

امونیا کی اماعت پہلے ہوگی کیونکہ اس کا فاصل درجہ حرارت پہلے پہنچے گا۔ CO_2 کی اماعت میں زیادہ ٹھنڈا کرنے کی ضرورت ہوگی۔

5.10 رقیق حالت (Liquid State)

گیسی حالت کے مقابلے میں رقیق حالت میں بین سالمی قوتیں زیادہ مضبوط ہوتی ہیں۔ رقیق اشیا میں سالمات اتنے قریب ہوتے ہیں کہ ان کے درمیان جگہ بہت کم ہوتی ہے اور عام حالات میں رقیق اشیا گیسوں کے مقابلہ زیادہ کثیف ہوتی ہیں۔

رقیق اشیا کے سالمات آپس میں بین سالمی قوت کشش کے ذریعہ جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ رقیق کا حجم متعین ہوتا ہے کیونکہ سالمے ایک دوسرے سے علیحدہ نہیں ہوتے۔ بہر حال، رقیق اشیا کے سالمے ایک دوسرے کے پاس سے آسانی سے گزر سکتے ہیں۔ اسی لیے رقیق اشیا بہہ سکتی ہیں۔ انڈیلی جاسکتی ہیں اور اس برتن کی شکل اختیار کرسکتی ہیں جس میں انہیں رکھا جاتا ہے۔

مندرجہ ذیل سیکشن میں ہم رقیق اشیا کی چند طبیعی خصوصیات جیسے بخاراتی دباؤ، سطحی تناؤ اور لزوجیت کے بارے میں پڑھیں گے۔

5.10.1 بخاراتی دباؤ (Vapour Pressure)

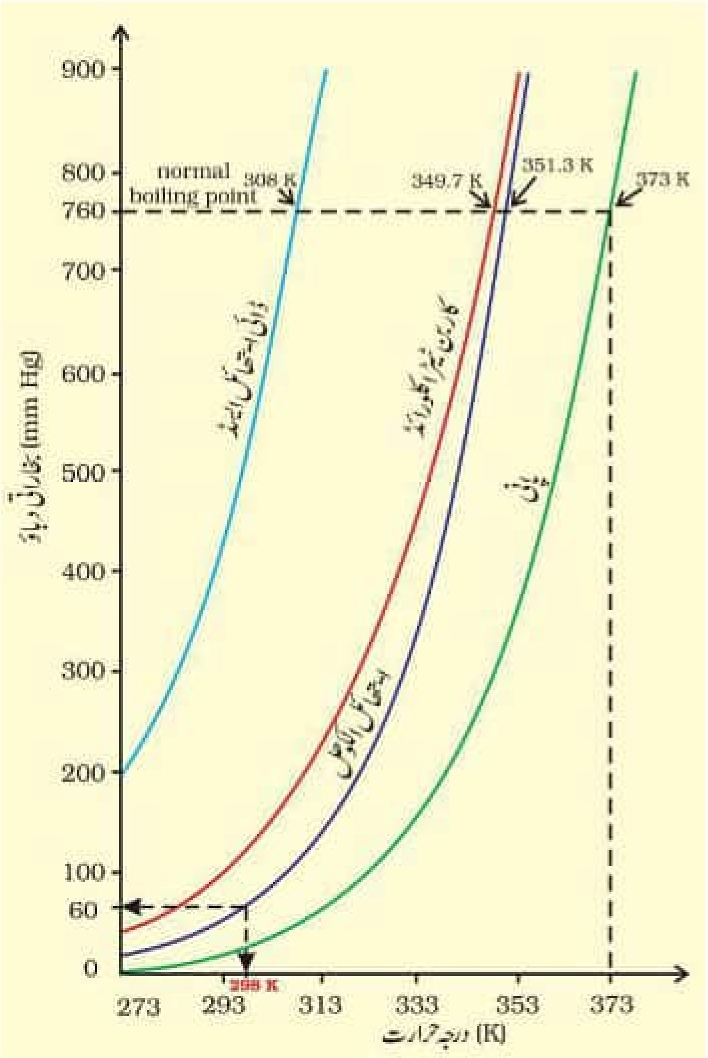
اگر ایک خالی کیے گئے برتن کو کسی رقیق سے جزوی طور پر بھر دیا جائے تو رقیق کا کچھ حصہ بخارات میں تبدیل ہو کر برتن کے باقی حجم کو بھر دے گا۔ پہلے تو رقیق کی تبخیر ہوگی اور بخارات کے ذریعہ دیواروں پر ڈالا گیا دباؤ (بخاراتی دباؤ) بڑھ جائے گا۔ کچھ دیر کے بعد وہ مستقل ہوجائے گا۔ رقیق فیز اور گیس فیز کے درمیان ایک توازن قائم ہوجائے گا۔ اس مقام پر بخاراتی دباؤ **متوازن بخاراتی دباؤ** (Equilibrium Vapour Pressure) یا **سیر شدہ بخاراتی دباؤ** (Saturated Vapour Pressure) کہلاتا ہے۔ چونکہ تبخیر کا عمل درجہ حرارت پر منحصر ہوتا ہے۔

لہٰذا کسی رقیق کے بخاراتی دباؤ کا ذکر کرتے وقت درجہ حرارت کا حوالہ دینا ضروری ہے۔

جب کسی رقیق شے کو کسی کھلے ہوئے برتن میں گرم کیا جاتا ہے تو رقیق کی تبخیر سطح سے ہوتی ہے۔ اس درجہ حرارت پر جب رقیق کا بخاراتی دباؤ بیرونی دباؤ کے برابر ہو جاتا ہے تو تبخیر رقیق میں ہر طرف ہوسکتی ہے اور بخارات آزادی کے ساتھ آس پاس پھیل سکتے ہیں۔ پوری رقیق کے اندر تبخیر کا عمل جوش کہلاتا ہے۔ وہ درجہ حرارت جب رقیق کا بخاراتی دباؤ بیرونی دباؤ کے برابر ہو جاتا ہے تو وہ اس دباؤ پر جوش کا درجہ حرارت (Boiling Temperature) کہلاتا ہے۔ شکل 5.12 میں کچھ رقیق اشیا کے بخاراتی دباؤ مختلف درجہ حرارت پر دیئے گئے ہیں 1 ایٹموسفیر دباؤ پر ابال کا درجہ حرارت **عام نقطہ جوش** کہلاتا ہے اگر دباؤ 1 بار ہے تو یہ رقیق کا **معیاری نقطہ جوش** کہلائے گا۔ کسی رقیق کا **معیاری نقطہ جوش** اس کے عام نقطہ جوش سے کچھ کم ہوتا ہے کیونکہ 1 بار دباؤ 1 ایٹموسفیر دباؤ سے کچھ کم ہوتا ہے۔ پانی کا عام نقطہ جوش 100°C (373k) ہوتا ہے۔ اس کا معیاری نقطہ جوش 99.6°C (372.6k) ہوتا ہے۔

زیادہ اونچائی پر فضائی کا دباؤ کم ہوتا ہے۔ اسی لیے زیادہ اونچائی پر سطح سمندر کے مقابلے میں رقیق اشیا کم درجہ حرارت پر ابلتی ہیں۔ چونکہ پہاڑوں پر پانی کم درجہ حرارت پر ابلتا ہے لہٰذا وہاں کھانا پکانے کے لیے پریشر کوکر کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اسپتالوں میں سرجیکل آلات کو جراثیم سے پاک کر کے (Sterilization) خودکار بھٹی میں ابالا جاتا ہے جہاں سوراخ پر وزن رکھ کر دباؤ کو فضائی دباؤ سے اوپر بڑھا کر پانی کے نقطہ جوش کو بڑھایا جاتا ہے۔

جب رقیق کو بند برتن میں گرم کیا جاتا ہے تو اس میں جوش نہیں آتا۔ مسلسل گرم کرنے سے بخاراتی دباؤ بڑھتا ہے شروع میں رقیق اور بخاراتی فیز کے درمیان صاف حد نظر آتی ہے کیونکہ رقیق بخارات سے زیادہ کثیف ہوتی ہے۔ جیسے جیسے درجہ حرارت بڑھتا ہے زیادہ سے زیادہ سالمات بخاراتی فیز میں چلے جاتے ہیں اور بخارات کی کثافت بڑھ جاتی ہے۔ اسی کے ساتھ رقیق کی کثافت گھٹ جاتی ہے۔ وہ پھیلتی ہے کیونکہ سالمات ایک دوسرے سے دور ہوجاتے ہیں۔ جب رقیق اور بخارات کی کثافت ایک جیسی ہوجاتی ہے، رقیق اور بخارات کے درمیان واضح حد ختم ہوجاتی ہے۔ یہ درجہ حرارت **فاصل درجہ حرارت** (Critical Temperature) کہلاتا ہے جس کے بارے میں ہم پہلے ہی سیکشن 5.9 میں پڑھ چکے ہیں۔

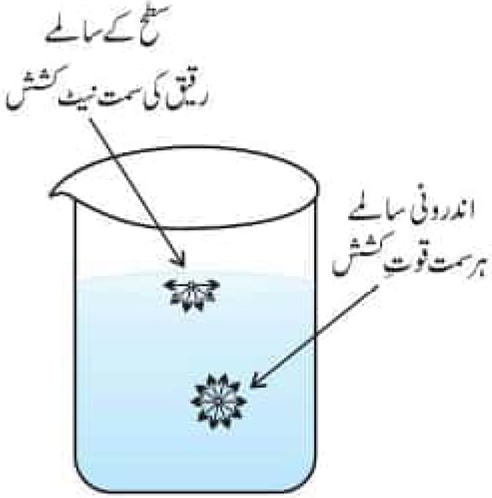


شکل 5.12 کچھ عام رقیق مادوں کا بخاراتی دباؤ بمقابلہ درجہ حرارت منحنی

5.10.2 سطحی تناؤ (Surface Tension)

یہ ایک معلوم حقیقت ہے کہ رقیق اشیا برتن کی شکل اختیار کرلیتی ہیں۔ پھر ایسا کیوں ہوتا ہے کہ پارے کی چھوٹی بوندیں سطح پر پھیلنے کے بجائے گول موتیوں کی شکل اختیار کرلیتی ہیں؟ دریا کی تہہ میں مٹی کے ذرات علیحدہ علیحدہ ہوتے ہیں لیکن باہر نکالے جانے پر ایک دوسرے سے کیوں چپک جاتے ہیں؟ ایک پتلی اور باریک شعری (Capillary) نلی میں رقیق کی سطح کیوں بڑھ جاتی (یا گر جاتی) ہے جیسے ہی یہ شعری نلی رقیق کی سطح کو چھوتی ہے؟ یہ تمام عمل رقیق مادے کی ایک اہم خاصیت کی وجہ سے ہوتے ہیں جسے **سطحی تناؤ** (Surface Tension) کہتے ہیں۔ رقیق کے ڈھیر میں ایک سالمہ ہر ایک سمت سے بین سالمی قوتوں کو محسوس کرتا ہے۔ سالمہ، اسی وجہ سے کوئی نیٹ قوت محسوس نہیں کرتا۔ لیکن ان سالموں کے

لیے جو رقیق کی سطح پر ہوتے ہیں کل قوت کشش رقیق کے اندرون کی سمت ہوتی ہے (شکل 5.13) جو کہ ان سالمات کی وجہ سے ہوتی جو اس کے نیچے ہوتے ہیں۔ چونکہ اس کے اوپر سالمات نہیں ہوتے۔



شکل 5.13 رقیق کی سطح اور اندر سالمات پر لگنے والی قوت

رقیق مادے اپنی سطح کو کم سے کم کرنے کی کوشش کرتے ہیں۔ سطح پر موجود سالمے نیچے کی سمت نیٹ قوت محسوس کرتے ہیں اور ان سالموں کے مقابلے میں زیادہ توانائی رکھتے ہیں جو رقیق کے اندر ہوتے ہیں اور کوئی نیٹ قوت محسوس نہیں کرتے۔ لہٰذا رقیق مادوں کی کوشش ہوتی ہے کہ سطح پر کم سے کم سالمے ہوں۔ اگر رقیق کی سطح کو ڈھیر میں سے سالمے کھینچ کر بڑھایا جائے تو قوت کشش پر قابو پانا ہوگا۔ اس میں توانائی خرچ کرنے کی ضرورت ہوگی۔ کسی رقیق کی سطح کا رقبہ ایک اکائی تک بڑھانے میں صرف ہونے والی توانائی سطحی توانائی کہلاتی ہے۔ اس کی جسامت Jm^{-2} ہے۔ سطحی تناؤ کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ یہ فی اکائی لمبائی پر لگنے والی قوت ہے جو رقیق کی سطح پر کھینچی گئی لائن کے عمودی ہوتی ہے۔ اس کو یونانی (Greek) حرف γ (گاما) سے ظاہر کرتے ہیں۔ اس کی جسامت (Dimensions) $kg\ s^{-2}$ ہے اور SI اکائی میں اسے $N\ m^{-1}$ سے ظاہر کرتے ہیں۔ رقیق کی کمترین توانائی حالت اس وقت ہوگی جب اس کی سطح کا رقبہ کم سے کم ہوگا۔ کروی شکل اس حالت کو مطمئن کرتی ہے، اسی وجہ سے پارے کی بوندیں کروی شکل میں ہوتی ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ شیشے کے تیز کناروں کو گرم کرکے ہموار بنایا جاتا ہے۔ گرم کرنے پر شیشہ پگھلتا ہے اور رقیق کی یہ کوشش ہوتی ہے کہ وہ گولائی میں شکل اختیار کرے جو کناروں کو ہموار بناتا ہے۔ اس کو شیشے کی آتشی پالشنگ (Fire Polishing) کہتے ہیں۔

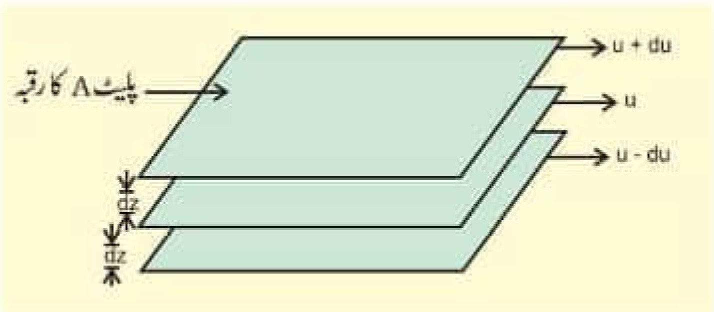
کیپلری کے اندر رقیق کی سطح میں اتار چڑھاؤ سطحی تناؤ کی وجہ سے آتے ہیں۔ رقیق مادّے چیزوں کو نم کردیتے ہیں کیونکہ وہ اپنی سطح پر ایک تپلی پرت کی شکل میں پھیل جاتے ہیں۔ گیلی مٹی کے ذرات زیادہ تر اس میں جڑے ہوئے ہوتے ہیں کیونکہ پانی کی تپلی پرت کی سطح کا رقبہ کم ہوجاتا ہے۔ یہ سطحی تناؤ ہے جو رقیق کی سطح کو کھینچنے کی صلاحیت فراہم کرتا ہے۔ ہموار سطح پر بوندیں کچھ پھیلی ہوئی ہوتی ہیں ایسا ثقل کے اثر کی وجہ سے ہوتا ہے۔ لیکن ثقل آزاد ماحول میں بوندیں مکمل گولائی میں ہوتی ہیں۔

رقیق میں سطحی تناؤ کی قدر (Magnitude) کا انحصار سالموں کے درمیان قوتِ کشش پر ہوتا ہے۔ جب قوت کشش زیادہ ہوتی ہے تو سطحی تناؤ بھی زیادہ ہوتا ہے۔ درجہ حرارت میں اضافہ سالموں کی حرکی توانائی کو بڑھاتا ہے۔ اور بین سالمی قوت کشش کم ہوجاتی ہے۔ لہٰذا درجہ حرارت بڑھنے سے سطحی تناؤ کم ہوجاتا ہے۔

5.10.3 لزوجیت (Viscosity)

یہ رقیق کی خصوصیات میں سے ایک ہے۔ لزوجیت بہاؤ میں مزاحمت کی پیمائش ہے جو سیال کی پرتوں کے درمیان اندرونی رگڑ سے اس وقت پیدا ہوتی ہے جب رقیق کے بہنے پر پرتیں ایک دوسرے پر پھسلتی ہیں۔ سالموں کے درمیان قوی بین سالمی قوتیں انہیں ایک دوسرے سے باندھے رکھتی ہیں اور پرتوں کی ایک دوسرے پر حرکت کی مزاحمت کرتی ہیں۔

جب کوئی رقیق شے کسی متعین سطح پر بہتی ہے تو وہ سالمات جو سطح کے براہ راست لمس میں ہوتے ہیں وہ سکونی ہوتے ہیں۔ متعین سطح سے جیسے جیسے اوپری پرتوں کا فاصلہ بڑھتا ہے ویسے ویسے ان کی رفتار بڑھتی ہے۔ اس قسم کا بہاؤ جہاں ایک پرت سے دوسری پرت کے بہاؤ کی رفتار میں لگاتار اضافہ ہوتا ہے۔ ورقی بہاؤ (Laminar Flow) کہلاتا ہے۔ اگر ہم بہتی ہوئی رقیق شے کی کوئی بھی پرت منتخب کریں (شکل 5.14) تو اس کے اوپر کی پرت اس کے بہاؤ کو تیز کرے گی اور اس کے نیچے کی پرت بہاؤ کو کم کرے گی۔



شکل 5.14 ورقی بہاؤ میں رفتار کی تبدیلی

اگر ایک پرت کی رفتار dz فاصلہ پر du قدر سے تبدیل کر دی جائے تو ڈھلان رفتار کو $\frac{du}{dz}$ کی قدر سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ پرتوں کے بہاؤ کو قائم رکھنے کے لیے ایک قوت کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ قوت پرتوں کے رقبہ لمس اور ڈھلان رفتار کے تناسب میں ہوگی۔ یعنی

$F \propto A$ (A رقبہ لمس ہے)

$F \propto \frac{du}{dz}$ (جہاں رفتار $\frac{du}{dz}$ ڈھلان ہے، فاصلہ کے ساتھ رفتار میں تبدیلی)

$$F \propto A.\frac{du}{dz}$$

$$\Rightarrow F = \eta A\frac{du}{dz}$$

η تناسبیت کا مستقلہ ہے اور یہ **لزوجیت کا ضربیہ** (Coefficient of Viscosity) کہلاتا ہے۔ لزوجیت کا ضربیہ ایک قوت ہے جب رفتار ڈھلان اکائی اور رقبہ لمس اکائی رقبہ ہو۔ لہٰذا η لزوجیت کی پیمائش ہے۔ لزوجیت ضربیہ کی ایس آئی اکائی 1 نیوٹن سیکنڈ فی مربع میٹر ($N\ s\ m^{-2}$) = پاسکل سیکنڈ ($Pa\ s = 1kg\ m^{-1}s^{-1}$) ہوتی ہے۔ سی جی ایس نظام میں لزوجیت ضربیہ کی اکائی پوائز (Poise) (عظیم سائنسدان جین لوئس پوائز یولی کے نام پر) ہے۔

$$1\ poise = 1\ g\ cm^{-1}s^{-1} = 10^{-1}kg\ m^{-1}s^{-1}$$

جتنی زیادہ لزوجیت ہوگی رقیق کا بہاؤ اتنا ہی آہستہ ہوگا۔ ہائڈروجن بندش اور وان ڈر والز قوتیں اتنی قوی ہوتی ہیں کہ وہ بہت زیادہ لزوجیت پیدا کر سکیں۔ شیشہ ایک انتہائی لزوجی رقیق مادّہ ہے۔ یہ اتنا زیادہ لزوجی ہے کہ اس کی بہت سی خصوصیات ٹھوس سے ملتی جلتی ہوتی ہیں۔ تاہم شیشہ کی بہاؤ کی صلاحیت کو پرانی عمارتوں کی کھڑکیوں کے شیشوں کی موٹائی سے ناپا جاسکتا ہے۔ یہ اوپری حصے کی بہ نسبت تہہ میں موٹے ہوجاتے ہیں رقیق مادّوں کی لزوجیت میں درجہ حرارت میں اضافے کے ساتھ کمی واقع ہوتی ہے کیونکہ بہت زیادہ درجہ حرارت پر سالموں میں حرکی توانائی بہت زیادہ ہوتی ہے اور وہ بین سالمی قوتوں پر قابو پالیتے ہیں اور پرتوں کے درمیان ایک دوسرے پر پھیل سکتے ہیں۔

خلاصہ

مادّے کے ذرّات کے درمیان بین سالمی قوتیں کام کرتی ہیں۔ یہ قوتیں ان برق سکونی قوتوں سے مختلف ہوتی ہیں جو دو مختلف چارج والے آینوں کے درمیان ہوتی ہے۔ ان میں وہ قوتیں بھی شامل نہیں ہوتیں جو کسی شریک گرفت سالمے میں ایٹموں کو شریک گرفت بندش کے ذریعہ باندھے رکھتی ہیں۔ حرکی توانائی اور بین سالمی باہمی عمل کے درمیان مقابلہ مادّے کی حالت تجویز کرتا ہے۔ مادّے کی کثیر تعداد (Bulk) کی خصوصیات جیسے گیسوں کا طرز عمل، ٹھوس اور رقیق کی خصوصیات۔ حالت میں تبدیلی وغیرہ اجزائے ترکیبی ذرات کی توانائی اور ان کے درمیان باہمی عمل کی قسم پر منحصر ہوتی ہیں۔ کسی شے کی حالت میں تبدیلی کے ساتھ اس کی کیمیائی خصوصیات میں تبدیلی واقع نہیں ہوتی۔ بلکہ تعاملیت اس کی طبعی حالت پر منحصر ہوتی ہے۔

گیس کے ذرات کے درمیان باہمی عمل کی قوت برائے نام ہوتی ہے اور ان کی کیمیائی فطرت سے تقریباً مبرا ہوتی ہیں۔ قابل مشاہدہ خصوصیات جیسے دباؤ، حجم، درجہ حرارت اور کمیت کا ایک دوسرے پر انحصار گیس کے مختلف قوانین کی سمت لے جاتا ہے جو گیسوں کے تجرباتی مطالعے سے حاصل ہوتے ہیں۔ **بائل کا قانون** بتاتا ہے کہ آئسوتھرمل حالات (یعنی مستقل درجہ حرارت پر) پر ایک متعین مقدار کی گیس کا دباؤ اس کے حجم کے معکوس تناسب میں ہوگا۔ **چارلس کا قانون** آئیسوبارک (مستقل دباؤ پر) حالات میں حجم اور مطلق درجہ حرارت کا تعلق ہے۔ اس قانون کے مطابق ایک معین مقدار کی گیس کا حجم اس کے مطلق درجہ حرارت کے سیدھے تناسب میں ہوتا ہے ($V \propto T$) اگر کسی گیس کی حالت کو p_1، V_1 اور T_1 سے ظاہر کیا جائے اور وہ p_2، V_2 اور T_2 کی حالت میں تبدیل ہو جائے تو ان دونوں حالتوں کے تعلق کو متحد گیس کے قانون کے ذریعہ ظاہر کیا جاسکتا ہے جس کے مطابق $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ ان میں سے کسی ایک نامعلوم متغیر کی قیمت معلوم کی جاسکتی ہے اگر باقی پانچوں کی قیمت

معلوم ہو۔ آوگاڈرو کے قانون کے مطابق کہ تمام گیسوں کے یکساں حجم میں درجہ حرارت اور دباؤ کی یکساں حالت میں سالموں کی تعداد برابر ہوگی۔ ڈالٹن کے جزوی دباؤ کے قانون کے مطابق کہ غیر متعامل گیسوں کے آمیزے کا کل دباؤ ان گیسوں کے جزوی دباؤ کے حاصل جمع کے برابر ہوتا ہے اس طرح $p = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots$ کے گیس کے دباؤ، حجم، درجہ حرارت اور مولوں کی تعداد کے درمیان تعلق اس کی حالت کو بیان کرتے ہیں اور یہ گیس کی حالت کی مساوات کہلاتی ہے۔ مثالی گیس (Ideal Gas) کے لیے گیس کی حالت کی مساوات $pV = nRT$ ہوتی ہے جہاں R ایک گیس مستقلہ ہے اور اس کی قیمت کا انحصار دباؤ، حجم اور درجہ حرارت کی اکائیوں پر ہوتا ہے۔

بہت زیادہ دباؤ اور کم درجہ حرارت پر گیس کے سالموں کے درمیان بین سالمی قوتیں قوی طور پر کام کرنا شروع کر دیتی ہیں اور وہ ایک دوسرے کے قریب آجاتے ہیں۔ مناسب درجہ حرارت اور دباؤ کی حالت میں گیسوں کو رقیق میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ گیسوں کو کم حجم اور بہت قوی بین سالمی کشش کے علاقے میں گیس فیز کا تسلسل سمجھا جاسکتا ہے۔ رقیق کی کچھ خصوصیات، مثال کے طور پر سطحی تناؤ اور لزوجیت قوی بین سالمی قوت کشش کی وجہ سے ہوتی ہیں۔

مشقیں

5.1 30°C پر 500 dm^3 ہوا کو 1 بار دباؤ پر 200 dm^3 تک کمپریس کرنے کے لیے کم سے کم کتنے دباؤ کی ضرورت ہوگی؟

5.2 120mL کے ایک برتن میں 35°C اور 1.2 بار پر کسی گیس کی کچھ مقدار ہے گیس کو دوسرے برتن میں منتقل کیا گیا جس کا حجم 35°C پر 180mL ہے۔ اس کا دباؤ کیا ہوگا؟

5.3 حالت کی مساوات $pV = nRT$ کا استعمال کرتے ہوئے دکھائیے کہ ایک دیے گئے درجہ حرارت پر کسی گیس کی کثافت گیس کے دباؤ p کے تناسب میں ہوتی ہے۔

5.4 0°C پر کسی گیس کے آکسائڈ کی کثافت 2 بار دباؤ پر اتنی ہی ہے جتنی کہ ڈائی نائٹروجن کی 5 بار پر ہوتی ہے۔ اس آکسائڈ کی سالماتی کمیت کتنی ہے؟

5.5 ایک گرام مثالی گیس A کا دباؤ 27°C پر 2 بار پایا گیا ہے اسی درجہ حرارت پر جب 2 گرام دوسری مثالی گیس B اسی جار میں داخل کی جاتی ہے تو دباؤ 3 بار ہو جاتا ہے۔ ان گیسوں کی سالمی کمیتوں میں تعلق معلوم کیجیے۔

5.6 ایک نالی صاف کرنے والے ڈرینکس میں کچھ ذرات ایلومینیم کے ہیں جو کاسٹک سوڈا سے تعامل کر کے ڈائی ہائڈروجن گیس بناتے ہیں ایک بار اور 20°C پر کتنی ہائڈروجن پیدا ہوگی جب 0.15g ایلومینیم تعامل کرے گا؟

5.7 3.2g میتھین اور 4.4g کاربن ڈائی آکسائڈ کا آمیزہ کتنا دباؤ ڈالے گا جب انھیں 27°C پر 9dm^3 کے فلاسک میں رکھا جائے گا؟

5.8 0.8 بار پر 0.5L H_2 اور 0.7 بار پر 2.0L ڈائی آکسیجن کے آمیزے کو جب 27°C پر 1L کے برتن میں رکھا جائے گا تو اس گیسی آمیزے کا دباؤ کتنا ہوگا؟

5.9 ایک گیسی کثافت 2 بار دباؤ اور 27°C پر 5.46g/dm^3 پائی گئی ہے ایس ٹی پی پر اس کی کثافت کتنی ہوگی۔

5.10 0.1 بار اور 546°C پر 34.05mL فاسفورس کے بخارات کا وزن 0.0625g پایا گیا ہے۔ فاسفورس کی سالمی کمیت کیا ہے؟

5.11 ایک طالب علم ایک گول پیندے والے فلاسک میں 27°C پر تعاملی آمیزہ ڈالنا بھول گیا/گئی لیکن اس نے خالی فلاسک فلیم پر رکھ دیا۔ کچھ دیر بعد اسے اپنی غلطی کا احساس ہوا اور اس نے پائرومیٹر کی مدد سے فلاسک کا درجہ حرارت معلوم کیا جو کہ 477°C تھا۔ کتنا حصہ ہوا کا خارج ہو چکا ہے؟

5.12 4.0 مول گیس کا درجہ حرارت معلوم کیجیے۔ جو 3.32 بار پر $5dm^3$ جگہ گھیرتی ہے۔

$(R = 0.083\ bar\ dm^3\ K^{-1}\ mol^{-1})$

5.13 1.4g ڈائی نائٹروجن گیس میں موجود الیکٹرانوں کی تعداد معلوم کیجیے۔

5.14 ایک گووگاڈرو عدد گیہوں کے دانے تقسیم کرنے میں کتنا وقت لگے گا اگر ایک سیکنڈ میں 10^{10} دانے تقسیم کیے جاتے ہیں؟

5.15 8g ڈائی آکسیجن اور 4g ڈائی ہائڈروجن کو اگر 27°C پر $1dm^3$ کے برتن میں رکھا جائے تو اس آمیزے کا کل دباؤ کتنا ہوگا؟

$(R = 0.083\ bar\ dm^3\ K^{-1}\ mol^{-1})$

5.16 پے لوڈ کی تعریف ہٹائی گئی ہوا کی کمیت اور غبارے کی کمیت کے فرق کے طور پر کی جاتی ہے۔ ایک غبارہ جس کا نصف قطر 10m کمیت 100kg ہے 27°C اور 1.66 بار پر ہیلیم گیس سے بھرا گیا ہے پے لوڈ معلوم کیجیے۔ (ہوا کی کثافت = $1.2\ kg\ m^{-3}$ اور $(R = 0.083\ bar\ dm^3\ K^{-1}\ mol^{-1})$)

5.17 31.1°C اور 1 بار دباؤ پر 8.8g CO_2 کا حجم معلوم کیجیے۔ $R = 0.083\ bar\ L\ K^{-1}\ mol^{-1}$

5.18 95°C پر 2.9g کوئی گیس یکساں دباؤ پر اتنا ہی حجم گھیرتی ہے جتنا کہ 17°C پر 0.184g ڈائی ہائڈروجن اس دباؤ پر گھیرتی ہے۔ گیس کی مولر کمیت کیا ہے؟

5.19 1 بار دباؤ پر ڈائی ہائڈروجن اور ڈائی آکسیجن کے آمیزے میں وزن کے اعتبار سے 20% ڈائی ہائڈروجن ہے۔ ڈائی ہائڈروجن کا جزوی دباؤ معلوم کیجیے۔

5.20 مقدار pV^2T^2/n کے لیے ایس آئی اکائی کیا ہوگی؟

5.21 چارلس کے قانون کی اصطلاح میں واضح کیجیے کہ 273°C - کمترین ممکنہ درجہ حرارت کیوں ہے؟

5.22 کاربن ڈائی آکسائڈ اور میتھین کے لیے فاصل درجہ حرارت 31.1°C اور 81.9°C- ہیں۔ ان میں سے کس میں بین سالمی قوتیں زیادہ مضبوط ہوں گی اور کیوں؟

5.23 وان ڈر والز پیرا میٹر کی طبعی اہمیت کی وضاحت کیجیے۔

اکائی 6

حرحرکیات
(Thermodynamics)

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- اصطلاحات: نظام اور اطراف کی تعریف کر سکیں۔
- بند، کھلے ہوئے اور منفرد نظاموں میں فرق کر سکیں۔
- اندرونی توانائی، کام اور حرارت کی وضاحت کر سکیں۔
- حرحرکیات کا پہلا قانون بیان کر سکیں اور ریاضیاتی شکل میں اس کا اظہار کر سکیں۔
- کیمیائی نظاموں میں کام اور حرارت کے تعاون کے طور پر توانائی کی تبدیلیوں کا حساب لگا سکیں۔
- حالت تفاعلات: H، U کی وضاحت کر سکیں۔
- ΔU اور ΔH کی ہم رشتگی بتا سکیں۔
- ΔU اور ΔH کی تجربوں کے ذریعے پیمائش کر سکیں۔
- ΔH کے لیے معیاری حالتوں کی تعریف کر سکیں۔
- مختلف قسم کے تعاملات کے لیے انتھالپی تبدیلیوں کا حساب لگا سکیں۔
- مستقل حرارتی مجموعہ کا ہیس کا قانون بیان کر سکیں اور اس کا اطلاق کر سکیں۔
- وسیع اور شدید خاصیتوں میں فرق کر سکیں۔
- ازخود اور غیر ازخود عملوں کی تعریف کر سکیں۔
- حرحرکیاتی حالت تفاعل کے طور پر انیٹراپی کی وضاحت کر سکیں اور
- گبس توانائی تبدیلی ΔG کی وضاحت کر سکیں۔
- ΔG اور خودروی میں، ΔG اور توازن مستقل میں رشتہ قائم کر سکیں۔

"یہ کائناتی مواد کا وہ واحد طبیعی نظریہ ہے، جس کے بارے میں مجھے پورا یقین ہے کہ اس کے بنیادی تصورات کے اطلاق کے دائرہ عمل سے اسے کبھی خارج نہیں کیا جائے گا۔"

(البرٹ آئنسٹائن)

سالمات کے ذریعے جمع شدہ کیمیائی توانائی تعاملات کے دوران، جب ایک ایندھن جیسے میتھین، کھانا پکانے کی گیس یا کوئلہ ہوا میں جلتے ہیں، حرارت کی شکل میں خارج ہوسکتی ہے۔ کیمیائی توانائی، میکانیکی کام کرنے کے لیے بھی استعمال کی جاسکتی ہے جیسے ایک انجن میں ایندھن جلتا ہے اور برقی توانائی مہیا کرنے کے لیے بھی استعمال کی جاسکتی ہے جیسے ایک گیلوینک سیل (Galvanic Cell) مثلاً خشک سیل کے ذریعے۔ اس طرح، توانائی کی مختلف شکلوں کے مابین آپسی رشتے ہیں اور انھیں، خاص شرائط کے ساتھ، ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ توانائی کی ان تبدیلیوں کا مطالعہ، حرحرکیات کا موادِ مضمون تشکیل دیتا ہے۔ حرحرکیات کے قوانین کا اطلاق کلاں نظاموں، (جن میں سالمات کی ایک بڑی تعداد شامل ہوتی ہے) میں ہونے والی توانائی کی تبدیلیوں پر ہوتا ہے، خردبینی نظاموں، جن میں چند سالمات شامل ہوتے ہیں ان پر نہیں۔ حرحرکیات کا اس سے کوئی سروکار نہیں کہ یہ توانائی تبدیلیاں کیسے اور کس شرح سے ہورہی ہیں بلکہ جو نظام تبدیل ہورہا ہے، اس کی آغازی اور اختتامی حالتوں پر منحصر ہے۔ حرحرکیات کے قوانین کا اطلاق صرف اسی وقت ہوتا ہے، جب ایک نظام توازن میں ہو یا ایک توازن حالت سے دوسری توازن حالت میں حرکت کرے۔ حالتِ توازن میں ایک نظام کی کلاں خاصیتیں، جیسے دباؤ، درجہ حرارت وغیرہ، وقت کے ساتھ تبدیل نہیں ہوتیں۔ اس اکائی میں، ہم حرحرکیات کے ذریعے کچھ اہم سوالات کے جواب حاصل کرنا چاہیں گے:

ایک کیمیائی تعامل / عمل میں شامل توانائی کی تبدیلیوں کو ہم کیسے معلوم کرتے ہیں؟ یہ ہوں گی یا نہیں؟
ایک کیمیائی تعامل/عمل کو کون آگے بڑھاتا ہے؟
کیمیائی تعاملات کس حد تک جاری رہتے ہیں؟

6.1 حرحرکیاتی حالت (Thermodynamic State)

ہماری دلچسپی کیمیائی تعاملات اور ان تعاملات میں ہونے والی توانائی کی تبدیلیوں سے ہے۔ ان توانائی تبدیلیوں کو مقداری شکل میں ظاہر کرنے کے لیے ہمیں اس نظام کو جس کا مشاہدہ کیا جا رہا ہے، کائنات کے باقی حصے سے علیحدہ کرنا ہوگا۔

6.1.1 نظام اور ماحول (The System and the Surrounding)

حرحرکیات میں نظام (System) سے مطلب، کائنات کا وہ حصہ ہے، جس میں مشاہدات کیے جا رہے ہیں اور باقی کائنات، اطراف (Surroundings) کی تشکیل کرتی ہے۔

اطراف + نظام = کائنات

لیکن، نظام کے علاوہ پوری کائنات، نظام میں ہو رہی تبدیلیوں سے متاثر نہیں ہوتی۔ اس لیے، تمام عملی مقاصد کے لیے اطراف باقی کائنات کا وہ حصہ ہے جو نظام سے باہم عمل کرسکتا ہے۔ نظام کے گردوپیش میں اسپیس (Space) کا خطّہ اس کا اطراف تشکیل دیتا ہے۔

مثال کے طور پر، اگر ہم ایک بیکر میں رکھی ہوئی دو اشیا A اور B' کے مابین ہونے والے تعامل کا مطالعہ کر رہے ہیں تو وہ بیکر جس میں تعامل آمیزہ (Reaction Mixture) رکھا ہوا ہے، نظام ہے اور وہ کمرہ جس میں بیکر رکھا ہے، اطراف ہے (شکل 6.1)۔



شکل 6.1 نظام اور ماحول

نوٹ کریں کہ نظام کی تعریف طبیعیاتی حدود، جیسے بیکر یا ٹیسٹ ٹیوب، کے ذریعے کی جاسکتی ہے یا نظام کو سادہ طور سے معرف کرنے کے لیے کارتیزی مخصات (Cartesian Coordinate) کا ایک سیٹ اسپیس (Space) میں ایک مخصوص حجم متعین کرکے، بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔ یہ ضروری ہے کہ تصور کیا جائے کہ نظام، ماحول سے کسی قسم کی دیوار کے ذریعے علیحدہ ہے جو حقیقی بھی ہوسکتی ہے اور خیالی بھی۔ وہ دیوار جو نظام کو ماحول سے علیحدہ کرتی ہے، سرحد (Boundary) کہلاتی ہے۔ یہ دیوار اس لیے ڈیزائن کی جاتی ہے کہ ہم مادہ اور توانائی کے نظام کے اندر داخل ہونے اور نظام سے باہر نکلنے پر قابو پاسکیں اور اس کی خبر رکھ سکیں۔

6.1.2 نظاموں کی قسمیں (Types of the System)

ہم نظام میں مادہ اور توانائی کے داخل ہونے اور اس سے باہر نکلنے کی بنیاد پر نظام کی مزید درجہ بندی کر سکتے ہیں:

1. کھلا نظام (Open System)

ایک کھلے نظام (Open System) میں، نظام اور اطراف کے مابین مادے اور توانائی کا مبادلہ (Exchange) ہوتا ہے [شکل (a) 6.2]۔ ایک کھلے ہوئے بیکر میں متعاملات (Reactiants) کی موجودگی، کھلے نظام* کی ایک مثال ہے۔ جہاں سرحد ایک خیالی سطح ہے جو بیکر اور متعاملات کو گھیرے ہوئے ہے۔

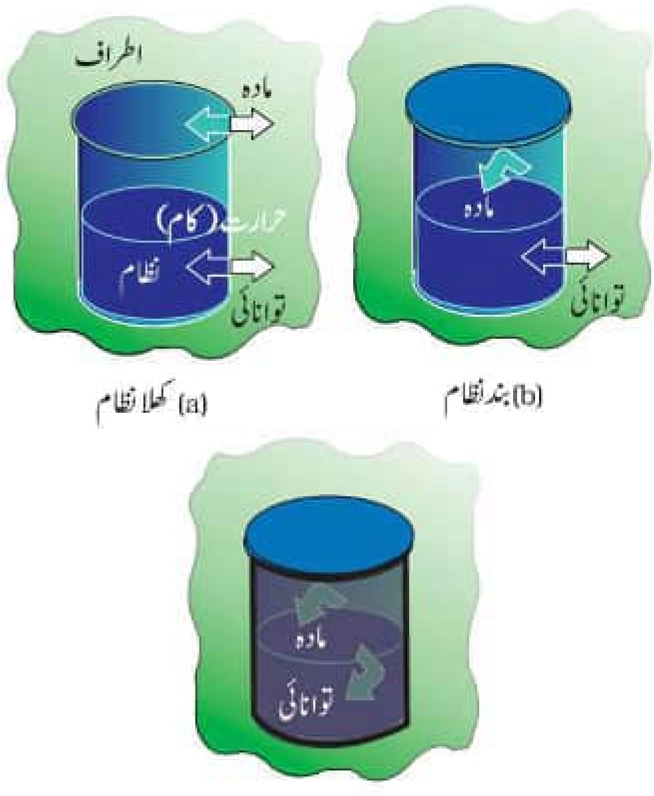
2. بند نظام (Closed System)

ایک بند نظام میں نظام اور اطراف کے درمیان مادہ کا کوئی مبادلہ ممکن نہیں ہے لیکن توانائی کا مبادلہ ممکن ہے [شکل (b)6.2]۔ ایصالی مادہ سے بنے ہوئے بند برتن بنا ہوا ہو جیسے تانبہ یا اسٹیل جیسے کسی میں تعاملات کی موجودگی، بند نظام کی ایک مثال ہے۔

3. منفرد نظام (Isolated System)

ایک منفرد نظام میں، نظام اور اطراف کے درمیان توانائی یا مادہ کا کوئی مبادلہ نہیں ہوتا شکل [(c)6.2]۔ ایک تھرمس فلاسک یا اور کسی بند، حاجز (Insulated) برتن، میں متعاملات کی موجودگی، منفرد نظام (Isolated System) کی مثال ہے۔

* ہم صرف متعاملات کو ہی نظام منتخب کرسکتے تھے، ایسی صورت میں بیکر کی دیواریں بہ طور سرحد کام کرتیں۔



(a) کھلا نظام　(b) بند نظام

(c) منفرد نظام

شکل 6.2 کھلے، بند اور منفرد نظام

6.1.3 نظام کی حالت (The State of the System)

کوئی بھی بامعنی تحسیب کرنے کے لیے، ایک نظام کو اس کے دباؤ (p)، حجم (v)، درجہ حرارت (T) جیسی خاصیتوں اور نظام کے اجزائے ترکیبی (Composition) کی مقداری شکل کے تعین کے ذریعے بیان کرنا لازمی ہے۔ ہمیں ان سب کو تبدیلی ہونے سے پہلے اور تبدیلی ہونے کے بعد متعین کرنا ہوگا۔ آپ اپنے طبعیات کے نصاب کو یاد کریں تو آپ پائیں گے کہ میکانیات میں ایک نظام، کسی دیے ہوئے لمحہ وقت پر، نظام کے ہر ایک کمیت نقطہ کے مقام اور رفتار سے متعین ہوتا ہے۔ حرحرکیات میں، ایک نظام کی حالت کا ایک مختلف اور سادہ تصور متعارف کرایا جاتا ہے۔ اس میں ہر ذرہ کی حرکت کی تفصیلی معلومات نہیں درکار ہوتی، کیونکہ ہم نظام کی قابلِ پیائش خاصیتوں کا اوسط استعمال کرتے ہیں۔ ہم ایک نظام کی حالت کو **حالت تفاعلات یا حالت تغیرات** (State Varibales) کے ذریعے واضح کرتے ہیں۔

ایک حرحرکیات نظام کی حالت اس کی قابلِ پیائش یا کلاں (Bulk) خاصیتوں کے ذریعے بیان کی جاتی ہے۔ ہم ایک گیس کی حالت، اس کے دباؤ (p)، حجم (V)، درجہ حرارت (T) مقدار (n) وغیرہ کو بتا کر بیان کر سکتے ہیں۔ p، V، T جیسے متغیرات، **حالت متغیرات یا حالت تفاعلات** کہلاتے ہیں کیونکہ ان کی قدریں نظام کی حالت پر منحصر ہیں، اس بات پر نہیں کہ اس حالت پر نظام کیسے پہنچا۔ ایک نظام کی حالت کو مکمل طور پر معرف کرنے کے لیے ضروری نہیں کہ نظام کی تمام خاصیتوں کی تعریف کی جائے، کیونکہ خاصیتوں کی ایک مخصوص تعداد کو ہی آزادانہ طور پر تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ یہ تعداد نظام کی طبع پر منحصر ہے۔ جب ایک مرتبہ ان کلاں خصوصیات کی کم سے کم تعداد متعین ہوجاتی ہیں تو باقی کی قدریں اپنے آپ متعین ہوجاتی ہیں۔

اطراف کی حالت کو کبھی بھی مکمل طور پر متعین نہیں کیا جاسکتا۔ خوش قسمتی سے اس کی ضرورت ہی نہیں ہوتی۔

6.1.4 داخلی توانائی بہ طور حالت تفاعل (The Internal Energy as a State Function)

جب ہم اپنے کیمیائی نظام کی توانائی کھونے یا توانائی حاصل کرنے کی بات کرتے ہیں، تو ہمیں ایک ایسی مقدار کو متعارف کرانے کی ضرورت پیش آتی ہے جو نظام کی کل توانائی کو ظاہر کرتی ہو۔ یہ کیمیائی، میکانیکی، برقی یا اور کسی بھی قسم کی توانائی (جو آپ سوچ سکتے ہوں) ہوسکتی ہے ان سب کا حاصل جمع نظام کی توانائی ہے۔ ہم حرحرکیات میں اسے نظام کی داخلی توانائی (Internal Energy) 'U' کہتے ہیں، جو تبدیل ہوسکتی ہے، اگر:

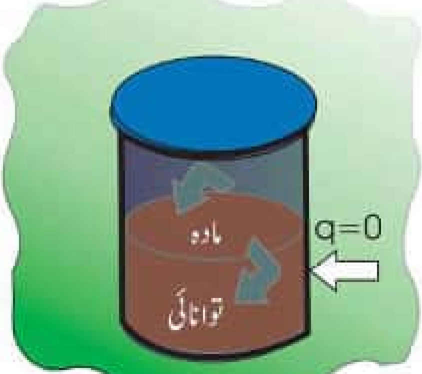
- حرارت نظام میں داخل ہو یا نظام سے باہر نکلے۔
- نظام پر یا نظام کے ذریعے کام کیا جائے۔
- مادہ نظام میں داخل ہو یا نظام سے باہر نکلے۔

ان نظاموں کی درجہ بندی اسی کے مطابق کی جاتی ہے، جیسا کہ آپ سیکشن 6.1.2 میں پڑھ چکے ہیں۔

(a) کام (Work)

آیئے، پہلے ہم داخلی توانائی میں تبدیلی کو، کام کرنے کے ذریعے، دیکھیں۔ ہم ایک نظام لیتے ہیں، جس میں پانی کی کچھ مقدار ایک تھرمس فلاسک یا ایک ذخیرہ کیے ہوئے بیکر میں ہے۔ یہ نظام اور اطراف کے درمیان اپنی سرحدوں کے ذریعے، حرارت کا مبادلہ ہونے دے گا اور ہم ایسے نظام کو **ایڈیابیٹک نظام** (Adiabatic System) کہتے ہیں۔ وہ انداز جس سے ایسے نظام کی حالت کو تبدیل کیا جاسکے، ایڈیابیٹک عمل کہلائے گا۔

ایڈیابیٹک عمل وہ عمل ہے، جس میں نظام اور اطراف کے درمیان حرارت کا کوئی مبادلہ نہیں ہوتا۔ یہاں وہ دیوار جو نظام اور اطراف کو ایک دوسرے سے علیحدہ کرتی ہے، ایڈیابیٹک دیوار کہلاتی ہے (شکل 6.3)۔



شکل 6.3 ایک ایڈیابیٹک نظام جو اپنی سرحدوں کے ذریعے حرارت کی منتقلی نہیں ہونے دیتا۔

آئیے اس نظام پر کچھ کام کرکے اس کی داخلی توانائی میں تبدیلی لائیں۔ آئیے ہم نظام کی آغازی حالت کو حالت A کہتے ہیں، اور اس کے درجہ حرارت کو T_A ۔ فرض کیجیے حالت A میں نظام کی داخلی توانائی U_A ہے۔ ہم نظام کی حالت دو مختلف طریقوں سے تبدیل کر سکتے ہیں:

پہلا طریقہ: ہم چھوٹے پیڈلوں کے ایک سیٹ کو گھما کر پانی متھتے ہیں اور کچھ میکانیکی کام، فرض کیجیے 1 جول، کرتے ہیں۔ فرض کیجیے نئی حالت کو B کہتے ہیں اور اس کے درجہ حرارت کو (T_B)۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ $T_B > T_A$ اور درجہ حرارت میں تبدیلی ($\Delta T = T_B - T_A$)۔ فرض کیجیے حالت B میں نظام کی داخلی توانائی U_B ہے، اور داخلی توانائی میں تبدیلی:

$$\Delta U = U_B - U_A$$

دوسرا طریقہ: اب ہم ایک ایمرشن راڈ (پانی گرم کرنے کی چھڑ) کی مدد سے، اتنی ہی مقدار میں 1kJ برقی کام کرتے ہیں اور درجہ حرارت کی تبدیلی نوٹ کرتے ہیں۔ ہم پاتے ہیں کہ درجہ حرارت میں تبدیلی، پہلے طریقے میں آئی درجہ حرارت کی تبدیلی کے مساوی ہے، یعنی کہ $T_B - T_A$ ۔

دراصل، جے پی جول (J.P. Joule) نے 1840-1850 کے درمیان مندرجہ بالا طور پر تجربات کیے تھے اور وہ یہ ثابت کرنے میں کامیاب رہے تھے کہ اگر ایک نظام پر ایک دی ہوئی مقدار میں کام کیا جائے، چاہے وہ کام کیسے بھی کیا جائے (Irrespetive of path) تو یکساں حالت کی تبدیلی پیدا ہوگی، جسے نظام کے درجہ حرارت میں آئی تبدیلی کے ذریعے ناپا جا سکتا ہے۔

اس لیے یہ مناسب معلوم ہوتا ہے کہ ایک مقدار، داخلی توانائی U، کی تعریف کی جائے، جس کی قدر نظام کی حالت کی خصوصیت ہو۔ حالت میں تبدیلی لانے کے لیے درکار ایڈیابیٹک کام W_{ad} ایک حالت میں U کی قدر اور دوسری حالت میں U کی قدر کے فرق ΔU کے مساوی ہو۔ یعنی کہ

$$\Delta U = U_2 - U_1 = W_{ad}$$

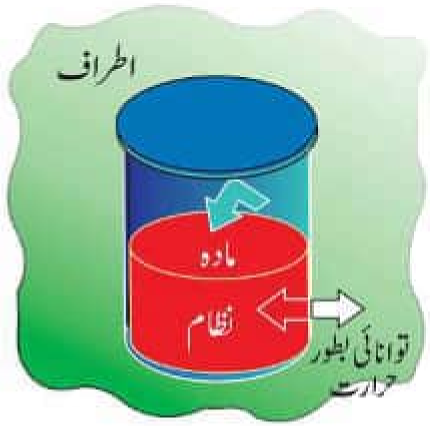
اس لیے، ایک نظام کی داخلی توانائی ایک حالت تفاعل ہے۔

مثبت علامت ظاہر کرتی ہے کہ W_{ad} مثبت ہے، جبکہ کام نظام پر کیا گیا ہے۔ اسی طرح اگر کام نظام کے ذریعے کیا جائے تو W_{ad} منفی ہوگا۔

کیا آپ کچھ اور ایسے حالت تفاعلات کے نام بتا سکتے ہیں، جن سے آپ واقف ہوں؟ کچھ دوسرے عام حالت تفاعلات ہیں: V، p اور T۔ مثال کے طور پر، اگر ہم ایک نظام کا درجہ حرارت 25 °C سے 35°C تک تبدیل کریں، تو درجہ حرارت میں تبدیلی ہے: 35°C − 25°C = +10°C، اب چاہے ہم سیدھے ہی 35°C تک جائیں یا پہلے نظام کو کچھ ڈگری تک ٹھنڈا کریں اور پھر نظام کو اختتامی درجہ حرارت پر لے جائیں۔ اس لیے T ایک حالت تفاعل ہے اور درجہ حرارت میں تبدیلی، اختیار کیے گئے راستے سے مبرا ہے۔ مثال کے طور پر ایک تالاب میں پانی کا حجم بھی حالت تفاعل ہے، کیونکہ اس کے حجم میں تبدیلی اس راستہ سے مبرا ہے جو پانی بھرنے کے لیے اختیار کیا جاتا ہے، تالاب میں پانی چاہے بارش سے بھرے یا ٹیوب ویل کے ذریعے بھرا جائے، یا دونوں طریقے استعمال کیے جائیں، حجم میں تبدیلی، ان طریقوں سے مبرا ہے۔

(b) حرارت (Heat)

ہم ایک نظام کی داخلی توانائی، اطراف سے نظام میں حرارت کی منتقلی، (یا اس کے برخلاف) کے ذریعے بھی، بنا کام کیے، تبدیل کر سکتے ہیں۔ یہ توانائی کا مبادلہ، جو درجہ حرارت فرق کا نتیجہ ہے، حرارت V کہلاتا ہے۔ فرض کیجیے ہم درجہ حرارت میں وہی فرق [یکساں آغازی اور اختتامی حالتیں جو پہلے سیکشن 6.14(a) میں تھیں]، حرارتی ایصالی دیواروں سے حرارت کی منتقلی کے ذریعے لانا چاہتے ہیں ایڈیابیٹک دیواروں کے ذریعے نہیں (شکل 6.4)۔



شکل 6.4 ایک نظام جو اپنی سرحدوں کے ذریعے حرارت کی منتقلی ہونے دیتا ہے

ہم ایک برتن میں، جس کی حرارتی ایصالی دیواریں ہیں، فرض کیجیے کہ یہ تانبہ کا بنا ہوا ہے، میں پانی لیتے ہیں جس کا درجہ حرارت T_A ہے اور اسے ایک بہت بڑے حرارتی حوض (Heat reservoir) میں بند کردیجیے، جس کا درجہ حرارت T_B ہے۔ نظام (پانی) کے ذریعے جذب کی گئی حرارت q درجہ حرارت فرق: $T_B - T_A$ کی شکل میں ناپی جاسکتی ہے۔ اس صورت میں، اندرونی توانائی میں تبدیلی $\Delta U = q$، جب کہ، مستقل حجم پر، کوئی کام نہیں کیا گیا ہے۔

جب اطراف سے نظام میں حرارت منتقل ہوتی ہے تو q مثبت ہوتا ہے اور جب نظام سے اطراف میں حرارت منتقل ہوتی ہے تو q منفی ہوتا ہے۔

(c) عمومی صورت (The General Case)

آیئے ایک عمومی صورت حال ملاحظہ کریں، جس میں حالت کی تبدیلی، دونوں طریقوں سے کام کرنے کے ذریعے اور حرارت کی منتقلی کے ذریعے، سے لائی جاتی ہے۔ ہم اس صورت میں داخلی توانائی کی تبدیلی مندرجہ ذیل طریقے سے لکھتے ہیں:

$$\Delta U = q + w \qquad (6.1)$$

ایک دی ہوئی حالت میں تبدیلی کے لیے، q اور w تبدیل ہوسکتے ہیں، جو اس بات پر منحصر ہے کہ تبدیلی کیسے لائی گئی ہے۔ لیکن $q + w = \Delta U$ صرف آغازی اور اختتامی حالت پر منحصر ہوگا۔ یہ اس طریقے پر منحصر نہیں ہوگا، جس کے ذریعے تبدیلی لائی گئی ہے۔ اگر کام یا حرارت کے طور پر کوئی توانائی کی منتقلی نہیں ہورہی ہے (منفرد نظام)، یعنی کہ اگر $w = 0$ اور $q = 0$، تب $\Delta U = 0$

مساوات 6.1 یعنی کہ $\Delta U = q + w$: '*حرحرکیات کے پہلے قانون*' کا ریاضیاتی بیان ہے۔ اس قانون کا بیان ہے کہ:

ایک منفرد نظام کی توانائی مستقل ہوتی ہے۔

اسے عام طور سے ''توانائی کی بقا کے قانون'' کے طور پر بیان کیا جاتا ہے۔ یعنی کہ توانائی کی نہ تو تخلیق کی جاسکتی ہے اور نہ ہی اسے فنا کیا جاسکتا ہے۔

نوٹ: حرحرکیاتی خاصیت توانائی اور ایک میکانیکی خاصیت جیسے حجم کے کردار میں قابلِ لحاظ فرق ہے۔ ہم ایک مخصوص حالت میں ایک نظام کے حجم کی ایک مطلق قدر متعین کرسکتے ہیں، لیکن داخلی توانائی کی مطلق قدر نہیں۔ ہاں، ہم نظام کی داخلی توانائی کی صرف تبدیلیاں ناپ سکتے ہیں۔

مسئلہ 6.1

ایک نظام کی داخلی توانائی میں تبدیلی ظاہر کیجیے، جبکہ

(i) نظام کے ذریعے اطراف سے کوئی حرارت جذب نہیں کی گئی ہے، لیکن نظام پر کام (w) کیا گیا ہے۔ نظام کی دیواریں کس قسم کی ہیں؟

(ii) نظام پر کوئی کام نہیں کیا گیا ہے لیکن نظام سے q مقدار کی حرارت باہر نکال کر اطراف کو دی گئی ہے۔ نظام کی دیواریں کس قسم کی ہیں؟

(iii) نظام کے ذریعے w مقدار کا کام کیا جاتا ہے اور نظام کو q مقدار کی حرارت مہیا کی جاتی ہے۔ یہ نظام کس قسم کا ہوگا؟

حل:

(i) $\Delta U = w_{ad}$ دیوار ایڈیابیٹک ہے

(ii) $\Delta U = -q$ حرارتی ایصالی دیواریں

(iii) $\Delta U = q - w$ بند نظام

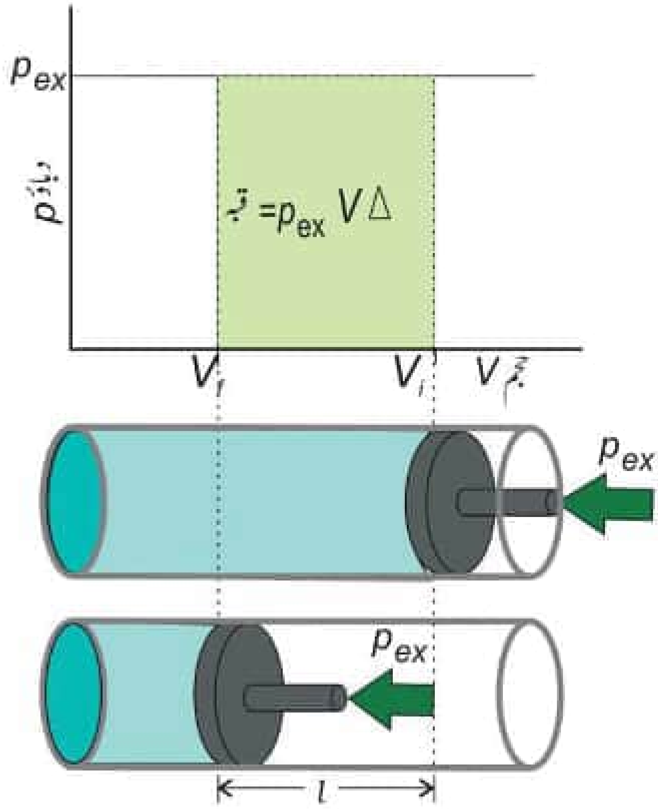
6.2 استعمال (Applications)

بہت سے کیمیائی تعاملات میں گیسوں کا بننا، جوکہ میکانیکی کام کرسکتی ہیں، یا حرارت کا پیدا ہونا شامل ہوتا ہے۔ ہمارے لیے اہم ہے کہ ہم ان تبدیلیوں کی مقدار معلوم کرسکیں اور اس کا اندرونی توانائی کی تبدیلی سے رشتہ معلوم کرسکیں۔ آیئے دیکھیں، یہ کیسے کیا جاتا ہے۔

6.2.1 کام (Work)

آئیے سب سے پہلے اپنی توجہ اس کام کی فطرت پر مرکوز کریں جو ایک نظام کر سکتا ہے۔ ہم صرف میکانیکی کام ہی لیں گے، جیسے کہ دباؤ۔ حجم کام۔

دباؤ۔حجم کام کو سمجھنے کے لیے ایک سلنڈر پر غور کریں، جس میں ایک مول مثالی گیس بھری ہوئی ہے اور ایک بے رگڑ پسٹن لگا ہوا ہے۔ گیس کا کل حجم V_i ہے اور سلنڈر کے اندر گیس کا دباؤ p ہے۔ اگر پسٹن پر بیرونی دباؤ p_{ex} ڈالا جائے، جو p سے زیادہ ہے، تو پسٹن اندر کی طرف حرکت کرے گا، جب تک کہ اندر بھی دباؤ p_{ex} کے مساوی نہ ہو جائے۔ فرض کیجیے یہ تبدیلی ایک ہی قدم میں حاصل ہو جاتی ہے اور اختتامی حجم V_f ہے۔



شکل 6.5(a): ایک سلنڈر میں بھری ہوئی مثالی گیس پر کیا گیا کام، جبکہ اسے ایک مستقل باہری دباؤ p_{ex} کے ذریعے دبایا جاتا ہے۔ (ایک واحد قدم میں)' سایہ دار رقبے کے مساوی ہے۔

اس دبانے کے عمل (Compression) کے دوران، فرض کیجیے، پسٹن فاصلہ 'l' طے کرتا ہے اور پسٹن کے کراس سیکشن کا رقبہ A (Cross- Sectional Area) ہے [شکل 6.5 (a)]۔ تب

$$\text{حجم میں تبدیلی} = l \times A = \Delta V = (V_f - V_i)$$

ہم جانتے ہیں کہ

$$\text{دباؤ} = \frac{\text{قوت}}{\text{رقبہ}}$$

اس لیے $p_{ex}.A$ = پسٹن پر لگ رہی قوت

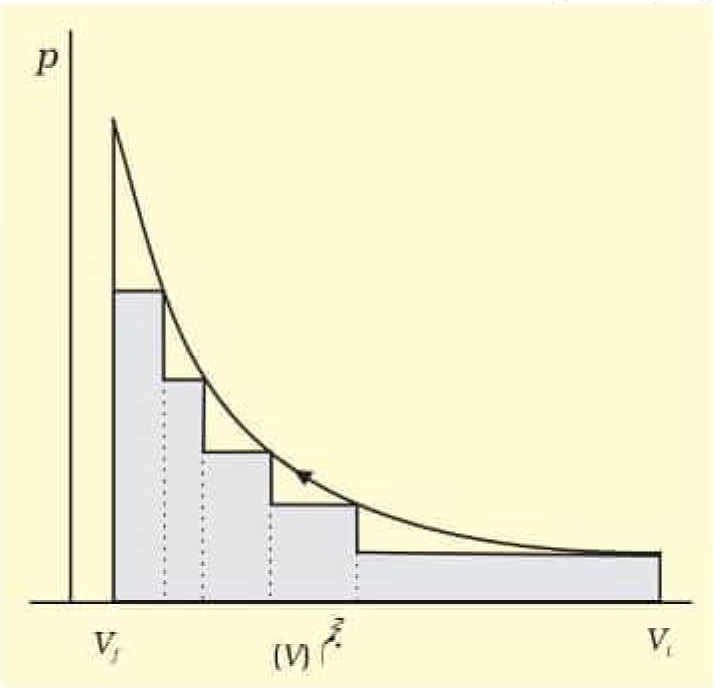
اگر پسٹن کی حرکت کے ذریعے، نظام پر w کام ہوا ہے، تب

$$w = \text{قوت} \times \text{فاصلہ} = P_{ex} \,.\, A \,.\, l$$

$$= p_{ex}.(-\Delta V) = -p_{ex}\ \Delta V = -p_{ex}(V_f - V_i) \qquad (6.2)$$

اس عبارت کی منفی علامت، w کے لیے رسمی علامت حاصل کرنے کے لیے ضروری ہے، جو کہ مثبت ہوگی۔ یہ نشاندہی کرتی ہے کہ دبائے جانے کے عمل میں، نظام پر کام کیا گیا ہے۔ یہاں $(V_f - V_i)$ منفی ہوگا، اور منفی، منفی سے ضرب ہو کر مثبت ہو جائے گا۔ اس لیے کام کے لیے حاصل ہونے والی علامت مثبت ہوگی۔

اگر دبانے کے عمل کے دوران ہر ایک اسٹیج پر دباؤ مستقل نہیں ہے بلکہ اقدام کی متناہی تعداد میں تبدیل ہوتا ہے، تو گیس پر کیا گیا کام، ہر قدم میں کیے گئے کاموں کا مجموعہ ہوگا اور: $-\sum p\Delta V$ کے مساوی ہوگا [شکل 6.5(b)]۔



شکل 6.5(b): pV گراف، جبکہ دباؤ مستقل نہیں ہے اور آغازی حجم V_i سے اختتامی حجم V_f تک دبانے کے عمل کے دوران متناہی اقدام میں تبدیل ہوتا ہے۔ گیس پر کیا گیا کام شیڈ کیے گئے رقبہ سے ظاہر کیا گیا ہے۔

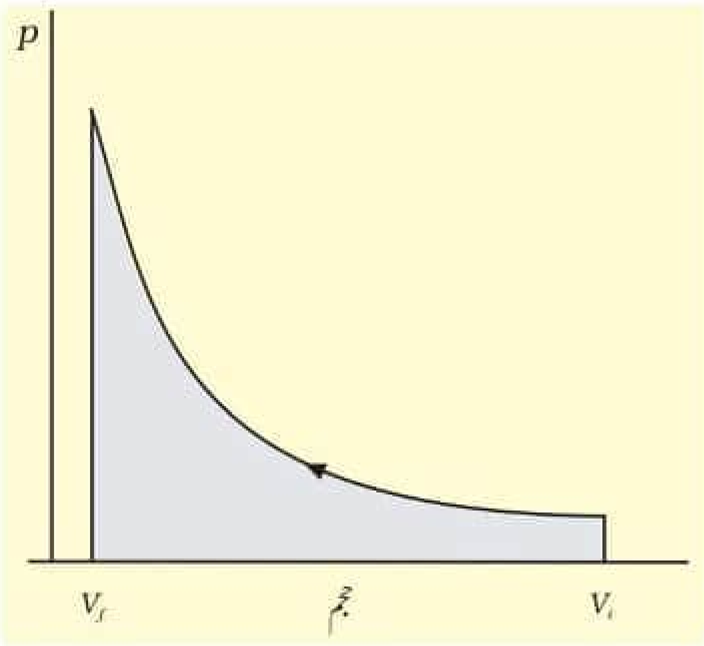
اگر دباؤ مستقل نہیں ہے بلکہ دبانے کے عمل کے دوران اس طرح تبدیل ہوتا ہے کہ یہ ہمیشہ گیس کے دباؤ سے لا انتہائی خفیف

(Infinitesimal) طور پر زیادہ ہے، تب دبائے جانے کے عمل کے ہر قدم پر، حجم ایک لاانتہائی خفیف مقدار dV میں کم ہوگا۔ ایسی صورت میں ہم گیس پر کیے گئے کام کا حساب، اس رشتے سے لگا سکتے ہیں۔

$$w = -\int_{V_i}^{V_f} p_{ex}\, dV \qquad (6.3)$$

دبائے جانے کی صورت میں ہر قدم پر p_{ex} کے $(p_{in} + dp)$ مساوی ہے: [شکل 6.5(c)]۔ یکساں شرائط کے ساتھ پھیلنے کے عمل میں، باہری دباؤ، نظام کے دباؤ سے ہمیشہ کم ہوگا، یعنی کہ: $p_{ex} = (p_{in} - dp)$ عمومی طور پر، ہم لکھ سکتے ہیں: $p_{ex} = (p_{in} \pm dp)$۔ ایسے عمل رجعتی عمل کہلاتے ہیں۔

ایک عمل یا تبدیلی رجعتی **(Reversible)** کہلاتی ہے، اگر وہ تبدیلی اس طرح لائی جائے کہ عمل کو، کسی بھی قدم پر، ایک لاانتہائی خفیف تبدیلی کے ذریعے الٹی سمت میں لے جایا جاسکے۔ ایک رجعتی عمل لاانتہائی آہستگی کے ساتھ توازن حالتوں کے ایک سلسلے کے ذریعے اس طرح ہوتا ہے کہ نظام اور اطراف ہمیشہ ایک دوسرے کے ساتھ نزدیکی توازن میں ہوتے ہیں۔ رجعتی عملوں کے علاوہ باقی عمل، غیر رجعتی عمل **(Irreversible Processes)** کہلاتے ہیں۔



شکل 6.5(c): pV گراف، جبکہ دباؤ مستقل نہیں ہے اور آغازی حجم V_2 سے اختتامی حجم V_f تک دبانے کے عمل کے دوران لامتناہی اقدام رجعتی شرائط میں تبدیل ہوتا ہے۔ گیس پر کیا گیا کام شیڈ کیے ہوئے رقبہ سے ظاہر کیا گیا ہے۔

کیمسٹری میں ہمارے سامنے ایسے کئی مسائل آتے ہیں جو اس وقت حل کیے جاسکتے ہیں اگر ہم ''کام'' رکن کا رشتہ نظام کے اندرونی دباؤ سے قائم کرسکیں۔ ہم کام اور نظام کے اندرونی دباؤ کا رشتہ، رجعتی حالات کے ساتھ، مساوات (6.3) کو مندرجہ ذیل شکل میں لکھ کر ظاہر کرسکتے ہیں:

$$w_{rev} = -\int_{V_i}^{V_f} p_{ex}\, dV = -\int_{V_i}^{V_f} (p_{in} \pm dp)\, dV$$

کیونکہ $\Delta p \times \Delta V$ بہت چھوٹا ہے، ہم لکھ سکتے ہیں:

$$w_{rev} = -\int_{V_i}^{V_f} p_{in}\, dV \qquad (6.4)$$

اب گیس کا دباؤ (p_{in} جسے اب ہم p لکھ سکتے ہیں) گیس مساوات کے ذریعے، اس کے حجم کی شکل میں لکھا جاسکتا ہے۔ ایک مثالی گیس کے n مول کے لیے یعنی $pV = nRT$

$$\Rightarrow p = \frac{nRT}{V}$$

اس لیے، مستقل درجہ حرارت پر (آئسوتھرمل عمل)

$$w_{rev} = -\int_{V_i}^{V_f} nRT \frac{dV}{V} = -nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$= -2.303\, nRT \log \frac{V_f}{V_i} \qquad (6.5)$$

آزاد پھیلاؤ: ویکوم میں ایک گیس کا پھیلنا $(p_{ex} = 0)$، آزاد پھیلاؤ (Free Expansion) کہلاتا ہے۔ ایک مثالی گیس (Ideal Gas) کے آزاد پھیلاؤ کے دوران کوئی کام نہیں ہوتا چاہے عمل، رجعتی ہو یا غیر رجعتی (مساوات 6.2 اور 6.3)۔

اب ہم مساوات 6.1 کو، عمل کی قسم کے مطابق، مختلف شکلوں میں لکھ سکتے ہیں۔

ہم مساوات (6.1) میں $w = -P_{ex}\Delta V$ رکھتے ہیں، تو ہمیں حاصل ہوتا ہے

$$\Delta U = q - p_{ex}\Delta V$$

اگر ایک عمل مستقل حجم $(\Delta V = 0)$ پر کیا جاتا ہے، تب

$$\Delta U = q_V$$

یہاں پس علامت (Subscript) ظاہر کرتی ہے کہ حرارت، مستقل حجم پر مہیا کی گئی ہے۔

ایک مثالی گیس کا آئسو تھرمل اور آزاد پھیلاؤ:

ایک مثالی گیس کے ویکوم میں آئسوتھرمل (مستقل $= T$) پھیلاؤ کے لیے w=0، کیونکہ $p_{ex} = 0$ مزید، جول نے تجربے کے ذریعے معلوم کیا کہ $q = 0$ اس لیے $\Delta U = 0$

مساوات 6.1: $\Delta U = q + w$ کو آئسوتھرمل غیر رجعتی اور رجعتی تبدیلیوں کے لیے مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاسکتا ہے:

1۔ آئسوتھرمل غیر رجعتی تبدیلی کے لیے:

$$q = -w = p_{ex}\ (V_f - V_i)$$

2۔ آئسوتھرمل رجعت پذیر تبدیلی کے لیے

$$q = -w = nRT\ \ln\frac{V_f}{V_i}$$

$$= 2.303\ nRT\ \log\frac{V_f}{V_i}$$

3۔ ایڈیابیٹک تبدیلی کے لیے: $q = 0$

$$\Delta U = w_{ad}$$

مسئلہ 6.2:

ایک مثالی گیس کے 2 لیٹر، 10atm دباؤ پر ویکوم میں آئسوتھرمل طور پر پھیلتے ہیں، یہاں تک کہ کل حجم 10 لیٹر ہوجاتا ہے۔ پھیلنے میں کتنی حرارت جذب ہوتی ہے اور کتنا کام کیا جاتا ہے؟

حل:

ہمارے پاس ہے، $q = -w = p_{ex}(10 - 2) = 0(8) = 0$

نہ کوئی کام ہوتا ہے، اور نہ کوئی حرارت جذب ہوتی ہے۔

مسئلہ 6.3:

مسئلہ 6.2 میں دیے گئے پھیلاؤ کو ہی لیجیے لیکن اب اسے ایک مستقل دباؤ 1 atm کے خلاف مانیے۔

حل:

ہمارے پاس ہے:

$$q = -w = p_{ex}(8) = 8 \text{ litre - atm}$$

مسئلہ 6.4:

وہی پھیلاؤ لیجیے، مان لیجیے کہ اختتامی حجم 10 لیٹر، رجعتی ایصال شدہ ہے۔

حل:

ہمارے پاس ہے:

$$q = -w = 2.303 \times 10 \log\frac{10}{2}$$

$$= 16.1 \text{ litre-atm}$$

6.2.2 اینتھالپی، H (Enthalpy, H)

(a) ایک کارآمد نیا حالت تفاعل

ہم جانتے ہیں کہ مستقل حجم پر جذب کی گئی حرارت، داخلی توانائی میں تبدیلی کے مساوی ہے، یعنی کہ $\Delta U = q_V$ ۔لیکن زیادہ تر کیمیائی تعاملات مستقل حجم پر نہیں بلکہ فلاسک اور ٹیسٹ ٹیوب میں مستقل فضائی دباؤ پر کیے جاتے ہیں۔ ہمیں ایک نئے حالت تفاعل کو معرف کرنا ہوگا جو ان شرائط کے ساتھ مناسب ہو۔

ہم مساوات (6.1) کو اس طرح بھی لکھ سکتے ہیں: مستقل دباؤ پر $\Delta U = q_p - p\Delta V$ جہاں p_q نظام کے ذریعے جذب کی گئی حرارت ہے اور $-p\Delta V$ نظام کے ذریعے کیے گئے پھیلاؤ کام کو ظاہر کرتا ہے۔

آیئے، ہم آغازی حالت کو زیریں علامت (Subscript) 1 اور اختتامی حالت کو 2 سے ظاہر کرتے ہیں۔

ہم مندرجہ بالا مساوات کو لکھ سکتے ہیں:

$$U_2 - U_1 = q_p - p(V_2 - V_1)$$

$$q_p = (U_2 + pV_2) - (U_1 + pV_1) \quad (6.6)$$

اب ہم ایک اور حرحرکیاتی تفاعل اینتھالپی: H کی تعریف کرسکتے ہیں جو یونانی لفظ enthalpien سے بنا ہے، جس کے معنی ہیں گرم کرنا یا حرارت پہنچانا

$$H = U + pV \quad (6.7)$$

اس لیے، مساوات (6.6) ہوجاتی ہے۔

$$q_p = H_2 = -H_1 = \Delta H$$

حالانکہ q راستہ پر منحصر تفاعل ہے، H ایک حالت تفاعل ہے، کیونکہ یہ U، p اور V پر منحصر ہے جو سب حالت تفاعلات ہیں۔ اس لیے ΔH راستے سے مبرا ہے اور q_p بھی راستے سے مبرا ہے۔

مستقل دباؤ پر متناہی تبدیلیوں کے لیے، ہم مساوات 6.7 کو لکھ سکتے ہیں:

$$\Delta H = \Delta U + \Delta pV$$

کیونکہ p مستقل ہے لہٰذا ہم لکھ سکتے ہیں کہ

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V \qquad (6.8)$$

یہ نوٹ کرنا اہم ہے کہ جب مستقل دباؤ پر نظام کے ذریعے حرارت جذب ہوتی ہے، تو ہم دراصل اینتھالپی میں تبدیلی کو ناپ رہے ہوتے ہیں۔

یاد رکھیں: $\Delta H = q_p$ مستقل دباؤ پر نظام کے ذریعے جذب کی گئی حرارت۔

ΔH حرارت زا **(Exothermic)** تعاملات کے لیے، جن کے دوران حرارت پیدا ہوتی ہے، منفی ہے اور حرارت خور **(Endothermic)** تعاملات کے لیے جو اطراف سے حرارت جذب کرتے ہیں، مثبت ہے۔

مستقل حجم پر $(\Delta V = 0)$، $\Delta U = q_V$ اس لیے مساوات 6.8 ہو جاتی ہے۔

$$\Delta H = \Delta U = q_V$$

ان نظاموں کے لیے جو صرف ٹھوس، صرف رقیق یا ٹھوس اور رقیق پر مشتمل ہوتے ہیں، ΔH اور ΔU میں فرق عام طور سے قابل لحاظ نہیں ہوتا۔ کیونکہ ٹھوس اور رقیق کو گرم کیے جانے پر، عام طور سے ان کے حجم میں کوئی بامعنی تبدیلی نہیں آتی۔ لیکن جب گیسیں شامل ہوتی ہیں، تو فرق بامعنی ہو جاتا ہے۔

آیئے ایک ایسا تعامل لیں، جس میں گیسیں شامل ہیں۔ اگر 'V_A' گیسی متعاملات (Gaseous Reactants) کا کل حجم ہے، 'V_B' گیسی ماحصلات (Gaseous products) کا کل حجم ہے، n_A گیسی تعاملات کے مولوں کی تعداد ہے اور n_B گیسی ماحصلات کے مولوں کی تعداد ہے، اور یہ سب قدریں مستقل دباؤ و درجہ حرارت پر ہیں۔ اب مثالی گیس قانون استعمال کرتے ہوئے، ہم لکھتے ہیں:

$$pV_A = n_A RT \text{ اور}$$

$$pV_B = n_B RT \text{ اس لیے}$$

$$pV_B - pV_A = n_B RT - n_A RT = (n_B - n_A)RT \text{ یا}$$

$$p(V_B - V_A) = (n_B - n_A)RT \text{ یا}$$

$$p\Delta V = (\Delta n_g)RT$$

جہاں Δn_g گیسی ماحصلات کے مولوں کی تعداد میں سے گیسی متعاملات کے مولوں کی تعداد کو گھٹانے کے بعد حاصل ہونے والا عدد ہے۔

مساوات (6.9) سے $p\Delta V$ کی قدر مساوات (6.8) میں رکھنے پر، ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT \qquad (6.10)$$

مساوات (6.10) ΔU سے ΔH (اور اس کے برخلاف بھی)' کی تحسیب کرنے کے لیے کارآمد ہے۔

مسئلہ 6.5

اگر پانی کے ابخرات کو ایک مثالی گیس فرض کرلیا جائے اور 1(bar) اور 100°C پر پانی کے ایک مول کی مولر اینتھالپی تبدیلی برائے تبخیر $41 kJ\ mol^{-1}$ ہے۔ داخلی توانائی تبدیلی کا حساب لگائیے جب کہ

(i) پانی کے ایک مول کی، 1(bar) دباؤ اور 100°C درجہ حرارت پر تبخیر کی جاتی ہے۔

(ii) پانی کے ایک مول کو برف میں تبدیل کیا جاتا ہے۔

حل:

(i) تبدیلی: $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$$

$$\Delta H = \Delta H + \Delta n_g RT \text{ یا}$$

قدریں رکھنے پر، ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\Delta U = 41.00 \text{ kJ mol}^{-1} - 1 \times 8.3 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 373 \text{ K}$$

$$= 41.00 \text{ kJ mol}^{-1} - 3.096 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$= 37.904 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(ii) تبدیلی $H_2O(l) \rightarrow H_2O(s)$ کیونکہ حجم میں تبدیلی قابل نظر انداز ہے، اس لیے ہم

اس صورت میں $p\Delta V = \Delta n_g RT \approx 0$ رکھ سکتے ہیں

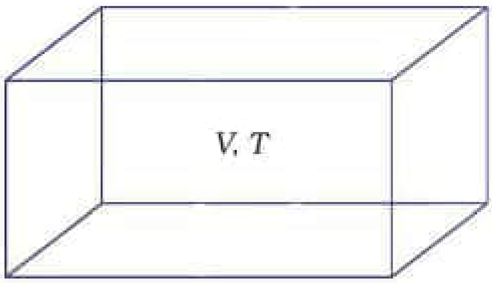
$$\Delta H \cong \Delta U \text{ اس لیے}$$

$$\Delta U = 41.00 \text{ KJmol}^{-1}$$

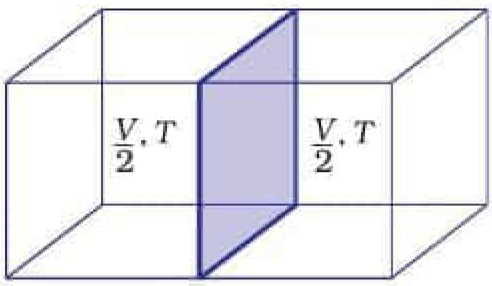
(b) وسیع اور شدید خاصیتیں

حرحرکیات میں وسیع خاصیتوں (Extensive Properties) اور شدید خاصیتوں (Intensive Properties) میں فرق کیا جاتا ہے۔ ایک **وسیع خاصیت** وہ خاصیت ہے جس کی قدر نظام میں پائے جانے والے مادے کی مقدار یا سائز پر منحصر ہے۔ مثال کے طور پر کمیت، حجم، داخلی توانائی، اینتھالپی، حرارتی گنجائش وغیرہ وسیع خاصیتیں ہیں۔

وہ خاصیتیں جن کی قدر نظام میں پائے جانے والے مادے کی مقدار یا سائز پر منحصر نہیں ہیں، **شدید خاصیتیں** (Intensive Properties) کہلاتی ہیں۔ مثال کے طور پر درجہ حرارت، کثافت، دباؤ وغیرہ، شدید خاصیتوں کی مثالیں ہیں۔ ایک مولر خاصیت χ_m 1 مول شے کے لیے نظام کی وسیع خاصیت χ کی قدر ہے۔ اگر مادہ کی مقدار n ہے، $\chi_m = \frac{\chi}{n}$ مادہ کی مقدار پر منحصر نہیں ہے۔ مزید مثالیں ہیں، مولر حجم V_m اور مولر حرارتی گنجائش C_m (Molar Heat Capacity)۔ آیئے وسیع اور شدید خاصیتوں میں فرق سمجھنے کے لیے تصور کریں کہ ایک گیس 'درجہ حرارت T پر حجم V کے ایک برتن میں بند ہے [شکل 6.6(a)]۔ فرض کیجیے کہ ہم اس برتن کا اس طرح بٹوارہ کرتے ہیں کہ وہ دو مساوی حصوں میں تقسیم ہوجاتا ہے اور اب ہر حصّہ کا حجم، برتن کے اصل حجم کا نصف، یعنی کہ $\frac{V}{2}$ ہے، لیکن درجہ حرارت اب بھی وہی رہے گا، یعنی کہ T۔ اس سے صاف ظاہر ہوجاتا ہے کہ حجم ایک وسیع خاصیت ہے اور درجہ حرارت ایک شدید خاصیت ہے۔



شکل 6.6(a): حجم V اور درجہ حرارت T پر ایک گیس



شکل 6.6(b): بٹوارہ، ہر ایک حصّہ کا حجم گیس کے حجم کا نصف ہے

(c) حرارتی گنجائش

اس حصہ میں ہم دیکھیں گے کہ ایک نظام کو منتقل کی گئی توانائی کی پیمائش کیسے کی جاتی ہے۔ یہ حرارت، نظام کے درجہ حرارت میں اضافہ کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے، اگر نظام حرارت جذب کر رہا ہو۔

درجہ حرارت میں اضافہ، منتقل ہوئی حرارت کے متناسب ہوتا ہے۔

q = ضریب × ΔT

ضریب (Coefficient) کی قدر (Magnitude)، نظام کی ترکیب، سائز اور اس کی فطرت پر منحصر ہے۔ ہم اسے ایسے بھی لکھ سکتے ہیں: $q = C\Delta T$ ضریب C حرارتی گنجائش (Heat Capacity) کہلاتا ہے۔

اس لیے، ہم مہیا کی گئی حرارت کی پیمائش، درجہ حرارت میں اضافہ کو معلوم کرکے کرسکتے ہیں، بشرطیکہ ہمیں حرارتی گنجائش معلوم ہو۔

جب C کی قدر زیادہ ہوتی ہے تو حرارت کی ایک دی ہوئی مقدار کے نتیجے میں درجہ حرارت میں اضافہ بہت کم ہوتا ہے۔ پانی کی حرارتی گنجائش بہت زیادہ ہے، یعنی کہ اس کے درجہ حرارت میں اضافہ کرنے کے لیے بہت زیادہ توانائی درکار ہوگی۔

C مادہ کی مقدار کے راست متناسب ہے۔ ایک مادہ کی مولر حرارتی گنجائش (Molar heat capacity): $C_m = \left(\frac{C}{n}\right)$ مادہ کے ایک مولر کی حرارتی گنجائش ہے اور یہ حرارت کی وہ مقدار ہے جو مادہ کے 1 مول کے درجہ حرارت میں 1 ڈگری سلسیس (یا ایک کیلون) کا اضافہ کرنے کے لیے درکار ہوتی ہے۔ نوعی حرارت (Specific Heat) جو نوعی حرارتی گنجائش (Specific Heat Capacity) بھی کہلاتی ہے، حرارت کی وہ مقدار ہے جو مادہ کی اکائی کمیت میں ایک ڈگری سلسیس (یا 1 کیلون) کا اضافہ کرنے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

ایک نمونے کے درجہ حرارت میں اضافہ کرنے کے لیے درکار حرارت q معلوم کرنے کے لیے، ہم مادہ کی نوعی حرارت C کو کمیت m اور درجہ حرارت تبدیلی ΔT سے ضرب کرتے ہیں:

$$q = c \times m \times \Delta T = C\Delta T \qquad (6.11)$$

(d) ایک مثالی گیس کے لیے C_p اور C_V کے مابین رشتہ

حرارتی گنجائش C کو مستقل حجم پر C_V سے ظاہر کیا جاتا ہے اور مستقل دباؤ پر اسے C_p سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ آیئے ان دونوں میں رشتہ معلوم کریں۔

ہم، مستقل حجم پر، حرارت q کے لیے مساوات لکھ سکتے ہیں:

$$q_V = C_V\Delta T = \Delta U$$

اور مستقل دباؤ پر $q_p = C_p\Delta T = \Delta H$

ایک مثالی گیس کے لیے، C_p اور C_V کے مابین فرق حاصل کیا جاسکتا ہے:

مثالی گیس کے ایک مول کے لیے، $\Delta H = \Delta U + \Delta(pV)$

$$= \Delta U + \Delta(RT)$$

$$= \Delta U + R\Delta T$$

$$\therefore \Delta H = \Delta U + R\Delta T \qquad (6.12)$$

ΔH اور ΔU کی قدریں رکھنے پر؟

$$C_p\Delta T = C_V\Delta T + R\Delta T$$

$$C = C_V + R$$

$$C_p - C_V = R \qquad (6.13)$$

6.3 ΔU اور ΔH کی پیمائش: حرارت پیمائی (Measurement of ΔU and ΔH Calorimetry)

کیمیائی یا طبعی عملوں سے منسلک توانائی کی تبدیلیوں کو ہم ایک تجرباتی تکنیک کے ذریعے ناپ سکتے ہیں جو کہ حرارت پیمائی (Calorimetry) کہلاتی ہے۔

حرارت پیمائی میں یہ عمل ایک برتن میں کیا جاتا ہے جو حرارت پیما (Calorimeter) کہلاتا ہے اور جسے ایک معلوم حجم کے مائع (Liquid) میں ڈبایا جاتا ہے۔ جس مائع میں کیلوری میٹر کو ڈبایا گیا ہے، اس کی حرارتی گنجائش اور کیلوری میٹر کی حرارتی گنجائش کے معلوم ہوتے ہوئے، درجہ حرارت تبدیلیوں کی پیمائش کرکے، اس عمل میں پیدا ہونے والی حرارت معلوم کرنا ممکن ہے۔ یہ پیمائشیں دو مختلف حالات کے تحت کی جاتی ہیں:

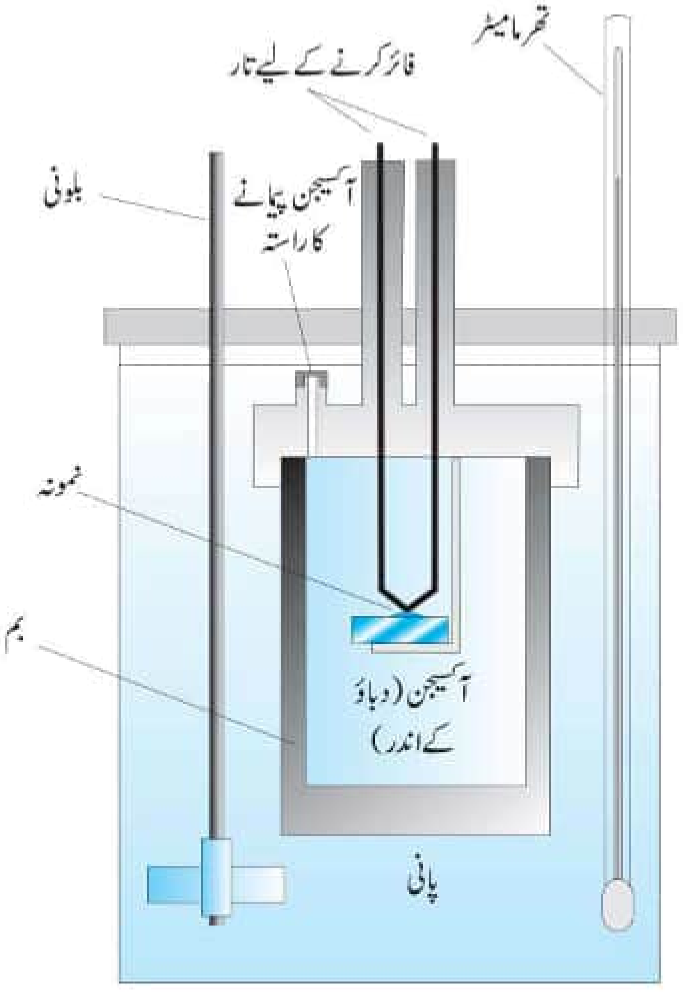
(i) مستقل حجم پر، q_V

(ii) مستقل دباؤ پر، q_p

(a) ΔU کی پیمائش

کیمیائی تعاملات کے لیے، مستقل حجم پر جذب ہوئی حرارت ایک 'بم کیلوری میٹر' (Bomb Calorimeter) میں ناپی جاتی ہے (شکل 6.7)۔

یہاں ایک اسٹیل کا برتن (بم)، واٹر باتھ (Water Bath) میں ڈبایا جاتا ہے۔ یہ پورا آلہ کیلوری میٹر کہلاتا ہے۔ اسٹیل کے برتن کو پانی کے بڑے برتن میں اس لیے ڈبایا جاتا ہے تاکہ اس بات کو یقینی بنایا جاسکے کہ اطراف میں کوئی حرارت نہیں جارہی ہے۔ ایک قابلِ احتراق مادہ، اسٹیل بم میں مہیا کی گئی خالص ڈائی آکسیجن میں جلایا جاتا ہے۔ تعامل کے دوران پیدا ہونے والی حرارت بم کے اردگرد پانی کو منتقل ہوجاتی ہے اور اس کے درجہ حرارت کی نگرانی کی جاتی ہے۔ کیونکہ بم۔کیلوری میٹر سیل بند ہوتا ہے، اس کا حجم تبدیل نہیں ہوتا، یعنی کہ اس تعامل سے منسلک توانائی تبدیلیاں، مستقل حجم پر ناپی جاتی ہیں۔ ان حالات میں کوئی کام نہیں کیا جاتا، کیونکہ تعامل بم۔کیلوری میٹر میں، مستقل حجم پر کیا جاتا ہے۔ ان تعاملات کے لیے بھی، جن میں گیسیں شامل ہوتی ہیں، کوئی کام نہیں ہوتا، کیونکہ $(\Delta V = 0)$ مکمل تعامل کے ذریعے پیدا ہوئی کیلوری میٹر کے درجہ حرارت میں تبدیلی کو، کیلوری میٹر کی معلوم حرارتی گنجائش کو استعمال کرتے ہوئے، مساوات 6.11 کی مدد سے، q_V میں تبدیل کرلیا جاتا ہے۔



شکل 6.7: بم کیلوری میٹر

(b) ΔH کی پیمائش

مستقل دباؤ (عام طور پر فضائی دباؤ) پر تبدیلی حرارت کی پیمائش ایک ایسے کیلوری میٹر میں کی جاسکتی ہے جو شکل 6.8 میں دکھایا گیا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ: (مستقل دباؤ پر) $\Delta H = q_p$، اس لیے جذب ہوئی یا پیدا ہوئی اینتھالپی، q_p (مستقل دباؤ پر)، تعامل کی حرارت یا تعامل کی حرارتِ نوعی، $\Delta_r H$ بھی کہلاتی ہے۔

ایک حرارت زا (Exothermic) تعامل میں، حرارت پیدا ہوتی ہے اور نظام، اطراف میں حرارت کو منتقل کرتا ہے۔ اس لیے q_p منفی ہوگا اور $\Delta_r H$ بھی منفی ہوگا۔ اسی طرح ایک حرارت خور (Endothermic) تعامل میں حرارت جذب ہوتی ہے، q_p مثبت ہے اور $\Delta_r H$ مثبت ہوگا۔



شکل 6.8 مستقل دباؤ (فضائی دباؤ) پر حرارتی تبدیلیاں ناپنے کے لیے کیلوری میٹر

مسئلہ 6.6

1g گریفائٹ کو ایک بم کیلوری میٹر میں زیادہ آکسیجن کے ساتھ، 298K اور 1 فضائی دباؤ پر مندرجہ ذیل مساوات کے مطابق جلایا جاتا ہے:

$$C(\text{گریفائٹ}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

تعامل کے دوران، درجہ حرارت 298K سے بڑھ کر 299K ہوجاتا ہے۔ اگر بم کلوری میٹر کی حرارتی گنجائش 20.7KJ/K ہے تو مندرجہ بالا تعامل کی 298K اور 1 فضائی دباؤ پر اینتھالپی تبدیلی کیا ہوگی؟

حل

فرض کیجیے کہ تعامل آمیزہ سے حاصل ہونے والی حرارت q ہے، اور کیلوری میٹر کی حرارتی گنجائش C_V ہے، تو کیلوری میٹر کے ذریعے جذب کی گئی حرارت: $q = C_V \times \Delta T$

تعامل سے حاصل ہونے والی حرارت کی مقدار کی عددی قدر یکساں ہوگی، لیکن علامت برعکس ہوگی، نظام کے ذریعے خارج کی گئی توانائی (تعامل آمیزہ کے ذریعے)، کیلوری میٹر کے ذریعے حاصل کی گئی توانائی کے مساوی ہے۔

$$q = -C_V \times \Delta T = -20.7\ \text{kJ/K} \times (299 - 298)\ \text{K}$$
$$= -20.7\ \text{kJ}$$

(یہاں منفی علامت، تعامل کی حرارت زافطرت کی نشاندہی کرتی ہے۔)

اس لیے، گریفائٹ کے 1 گرام کے احتراق کے لیے ΔU

$$= \frac{12.0\ \text{g mol}^{-1} \times (-20.7\ \text{kJ})}{1\text{g}}$$

$$= -2.48 \times 10^2\ \text{kJ mol}^{-1}$$

6.4 ایک تعامل کی اینتھالپی تبدیلی $\Delta_r H$۔ تعامل اینتھالپی (Enthalpy Change, $\Delta_r H$ of A Reaction – Reaction Enthalpy)

ایک کیمیائی تعامل میں متعاملات، ماحصلات میں تبدیل ہوجاتے ہیں، اور اسے مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

(Products) ماحصلات → متعاملات (Reactants)

ایک تعامل کے ساتھ ہونے والی اینتھالپی تبدیلی، تعامل اینتھالپی کہلاتی ہے۔

ایک کیمیائی تعامل کی اینتھالپی تبدیلی، علامت $\Delta_r H$ سے ظاہر کی جاتی ہے۔

$\Delta_r H$ = (ماحصلات کی اینتھالپی کا مجموعہ) – (متعاملات کی اینتھالپی کا مجموعہ)

$$= \sum_i a_i H_{products} - \sum_i b_i H_{reactants} \qquad (6.14)$$

ایک متوازن کیمیائی مساوات میں یہاں علامت $\sum$ (سگما)، حاصل جمع کے لیے استعمال ہوتی ہے اور a_i اور b_i، بالترتیب ماحصلات اور متعاملات کے تناسب پیمائی ضریب (Stoichiometric Coefficents) ہیں۔ مثال کے طور پر، تعامل کے لیے:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

$$\Delta_r H = \sum_i a_i H_{products} - \sum_i b_i H_{reactants}$$

$$= [H_m(CO_2, g) + 2H_m(H_2O, l)] - [H_m(CH_4, g) + 2H_m(O_2, g)]$$

جہاں H_m مولر اینتھالپی ہے۔

اینتھالپی تبدیلی ایک بہت کارآمد مقدار ہے۔ اس مقدار کی معلومات کی ضرورت اس وقت پڑتی ہے، جب ہمیں ایک صنعتی کیمیائی تعامل کو مستقل درجہ حرارت پر برقرار رکھنے کے لیے مطلوبہ مقدار میں گرم کرنے یا ٹھنڈا کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس کی ضرورت توازن مستقل کے درجہ حرارت پر انحصار کا حساب لگانے میں بھی پڑتی ہے۔

(a) تعاملات کی معیاری اینتھالپی

ایک تعامل کی اینتھالپی ان شرائط پر منحصر ہے، جن شرائط کے ساتھ وہ تعامل کیا جاتا ہے۔ اس لیے یہ ضروری ہے کہ ہم کچھ معیاری شرائط متعین کریں۔ **ایک تعامل کی معیاری اینتھالپی اس تعامل کے لیے وہ اینتھالپی تبدیلی ہے جب حصہ لینے والے تمام مادّے اپنی معیاری حالت میں ہوں۔**

کسی مادہ کی، ایک مخصوص درجہ حرارت پر معیاری حالت، **1 bar** دباؤ پر اس کی خالص شکل ہے۔ مثلاً، مائع ایتھانول (Ethanol) کی 298K پر معیاری حالت، 1 bar دباؤ پر خالص مائع ایتھانول ہے، ٹھوس لوہے کی 500K پر معیاری حالت، 1bar پر خالص لوہا ہے۔ اعداد وشمار عام طور سے، 298K پر لیے جاتے ہیں۔

معیاری حالتوں کی نشاندہی عام طور سے علامت ΔH میں زیریں علامت (Superscript) $\ominus$ کا اضافہ کرکے کی جاتی ہے، مثلاً $\Delta H^\ominus$ ۔

(b) ہیئت تبدیلیوں کے دوران اینتھالپی تبدیلیاں

ھئیت تبدیلیوں (Phase Transformations) میں بھی توانائی کی تبدیلیاں شامل ہوتی ہیں۔ مثلاً برف کو پگھلنے کے لیے حرارت درکار ہوتی ہے۔ پگھلنے کا یہ عمل عام طور سے مستقل دباؤ پر (فضائی دباؤ) ہوتا ہے اور ہیئت کی تبدیلی کے دوران درجہ حرارت مستقل رہتا ہے۔ (273K پر)

$$H_2O(s) \rightarrow H_2O(l);\ \Delta_{fus}H^\ominus = 6.00 kJ\ mol^{-1}$$

یہاں $\Delta_{fus}H^\ominus$، معیاری حالت میں گداخت کی اینتھالپی ہے۔ اگر پانی جمتا ہے تو عمل الٹا ہوجاتا ہے اور حرارت کی مساوی مقدار، اطراف میں منتقل ہوجاتی ہے۔

وہ اینتھالپی تبدیلی جو معیاری حالت میں ٹھوس مادے کے 1 مول کے پگھلنے کے ساتھ ہوتی ہے، گداخت کی معیاری اینتھالپی یا گداخت کی مولر اینتھالپی، $\Delta_{fus}H^\ominus$ کہلاتی ہے۔

ٹھوس کا پگھلنا حرارت خور عمل ہے، اس لیے گداخت کی تمام اینتھالپی مثبت ہوتی ہیں۔ پانی کی تبخیر (Evaporation) کے لیے بھی حرارت درکار ہوتی ہے۔ اپنے نقطہ جوش (Boiling Point) کے مستقل درجہ حرارت T_b اور مستقل دباؤ پر:

$$H_2O(l) \rightarrow H_2O(g);\ \Delta_{vap}H^\ominus = +40.79 kJmol^{-1}$$

$\Delta_{vap}H^\ominus$ تبخیر کی معیاری اینتھالپی ہے۔

حرارت کی وہ مقدار جو مستقل درجہ حرارت اور معیاری دباؤ (1 بار) پر مائع کے ایک مول کو ابخرات میں تبدیل کرنے کے لیے درکار ہوتی ہے، اس کی تبخیر کی معیاری اینتھالپی یا تبخیر کی مولر اینتھالپی، $\Delta_{vap}H^\ominus$ کہلاتی ہے۔

تصعید (Sublimation) وہ عمل ہے جس میں ٹھوس براہِ راست اپنے ابخرات میں تبدیل ہوجاتا ہے۔ ٹھوس CO_2 یا خشک برف 195K پر $\Delta_{sub}H^\ominus = 25.2\ kJmol^{-1}$ کے ساتھ تصعید ہوجاتی ہے۔ نیفتھالین کی تصعید سست سے ہوتی ہے اور اس کے لیے $\Delta_{sub}H^\ominus = 73.0\ kJmol^{-1}$

تصعید کی معیاری اینتھالپی $\Delta_{sub}H^\ominus$ ، اینتھالپی کی وہ تبدیلی ہے جب مستقل درجہ حرارت اور معیاری دباؤ (1bar) پر ٹھوس مادے کے ایک مول کی تصعید ہوتی ہے۔

اینتھالپی تبدیلی کی عددی قدر کا انحصار، جس مادے میں ھئیت تبدیلی ہورہی ہے اس کے سالمات کے مابین ہونے والے باہمی عملوں کی طاقت (Strength) پر ہے۔ مثال کے طور پر، پانی کے سالمات کے درمیان قوی ہائڈروجن بند، انھیں مائع ہیئت میں مضبوطی سے باندھے رہتے ہیں۔ ایک نامیاتی مائع (Organic Liquid) جیسے ایسی ٹون (Acetone) میں بین سالمات (Intermolecular) دوقطبی۔ دوقطبی باہم عمل قابلِ لحاظ طور پر مقابلتاً کمزور ہوتے ہیں۔ اس لیے ایسی ٹون کے 1 مول کو ابخرات میں تبدیل کرنے کے لیے، درکار حرارت پانی کے 1 مول کو ابخرات میں تبدیل کرنے کے لیے درکار حرارت کے مقابلے میں کم ہوتی ہے۔ جدول 6.1 میں کچھ مادوں کی گداخت اور تبخیر کی معیاری اینتھالپی تبدیلیوں کی قدریں دی گئی ہیں۔

مسئلہ 6.7

ایک تیراک لاب سے باہر نکلنے پر پانی کی ایک فلم سے ڈھکا ہوا ہے، جس کا وزن تقریباً 18g ہے۔ اس پانی کو 298K پر، ابخرات میں تبدیل کرنے کے لیے کتنی حرارت درکار ہوگی؟ 100°C پر تبخیر کی داخلی توانائی کا حساب لگائیے۔

پانی کے لیے 373K پر $\Delta_{vap}H^\ominus = 40.66\, kJmol^{-1}$

حل

ہم عمل تبخیر کو مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کر سکتے ہیں:

$$18\,g\,H_2O(l) \xrightarrow{\text{vaporisation}} 18\,g\,H_2O(g)$$

18 گرام $H_2O(l)$ میں مول کی تعداد ہے۔

$$= \frac{18g}{18\,g\,mol^{-1}} = 1\,mol$$

$$\Delta_{vap}U = \Delta_{vap}H^V - p\Delta V = \Delta_{vap}H^V - \Delta n_g RT$$

(یہ فرض کرتے ہوئے کہ بھاپ ایک مثالی گیس کی طرح طرز عمل کا اظہار کرتی ہے)

$$\Delta_{vap}H^\ominus - \Delta n_g RT = 40.66\ kJ\,mol^{-1} - (1)(8.314\ JK^{-1}mol^{-1})(373K)(10^{-3}\,kJ\,J^{-1})$$

$$\Delta_{vap}U^\ominus = 40.66\,kJ\ mol^{-1} - 3.10\,kJ\ mol^{-1} = 37.56\,kJ\ mol^{-1}$$

(C) تشکیل کی معیاری اینتھالپی

ایک مول مرکب کی اس کے عناصر، جو اپنے اجتماع کی سب سے زیادہ مستحکم حالتوں میں ہوں (جو کہ حوالہ حالتیں (Reference States) بھی کہلاتی ہیں)، کے ذریعے تشکیل کے لیے معیاری اینتھالپی تبدیلی، ''تشکیل کی معیاری مولر اینتھالپی کہلاتی ہے۔ اس کی علامت $\Delta_f H^\ominus$

جدول 6.1 گداخت اور تبخیر کی معیاری اینتھالپی تبدیلیاں

شے	T_f/K	$\Delta_{fus}H^\ominus/(kJ\ mol^{-1})$	T_b/K	$\Delta_{vap}H^\ominus/(kJ\ mol^{-1})$
N_2	63.15	0.72	77.35	5.59
NH_3	195.40	5.65	239.73	23.35
HCl	159.0	1.992	188.0	16.15
CO	68.0	6.836	82.0	6.04
CH_3COCH_3	177.8	5.72	329.4	29.1
CCl_4	250.16	2.5	349.69	30.0
H_2O	273.15	6.01	373.15	40.79
NaCl	1081.0	28.8	1665.0	170.0
C_6H_6	278.65	9.83	353.25	30.8

(T_f اور T_b بالترتیب نقطۂ گداخت اور نقطۂ جوش ہیں۔)

جدول 6.2: کچھ منتخب اشیا کے لیے 298K پر تشکیل کی معیاری مولر اینتھالپی

شے	$\Delta_f H^\ominus / (kJ\ mol^{-1})$	شے	$\Delta_f H^\ominus / (kJ\ mol^{-1})$
$Al_2O_3(s)$	-1675.7	$HI(g)$	+26.48
$BaCO_3(s)$	-1216.3	$KCl(s)$	-436.75
$Br_2(l)$	0	$KBr(s)$	-393.8
$Br_2(g)$	+30.91	$MgO(s)$	-601.70
$CaCO_3(s)$	-1206.92	$Mg(OH)_2(s)$	-924.54
C (ہیرا)	+1.89	$NaF(s)$	-573.65
C (گریفائٹ)	0	$NaCl(s)$	-411.15
$CaO(s)$	- 635.09	$NaBr(s)$	-361.06
$CH_4(g)$	-74.81	$NaI(s)$	-287.78
$C_2H_4(g)$	52.26	$NH_3(g)$	-46.11
$CH_3OH(l)$	-238.86	$NO(g)$	+ 90.25
$C_2H_5OH(l)$	-277.69	$NO_2(g)$	+33.18
$C_6H_6(l)$	+ 49.0	$PCl_3(l)$	-319.70
$CO(g)$	-110.53	$PCl_5(s)$	-443.5
$CO_2(g)$	-393.51	$SiO_2(s)$ (کوارٹز)	-910.94
$C_2H_6(g)$	-84.68	$SnCl_2(s)$	-325.1
$Cl_2(g)$	0	$SnCl_4(l)$	-511.3
$C_3H_8(g)$	-103.85	$SO_2(g)$	-296.83
$n-C_4H_{10}(g)$	-126.15	$SO_3(g)$	-395.72
$HgS(s)$ red	-58.2	$SiH_4(g)$	+ 34
$H_2(g)$	0	$SiCl_4(g)$	-657.0
$H_2O(g)$	-241.82	$C(g)$	+716.68
$H_2O(l)$	-285.83	$H(g)$	+217.97
$HF(g)$	-271.1	$Cl(g)$	+121.68
$HCl(g)$	-92.31	$Fe_2O_3(s)$	-824.2
$HBr(g)$	-36.40		

ہے۔ جہاں علامت f ظاہر کرتی ہے کہ جس مرکب کی بات کی جارہی ہے اس کا ایک مول کی تشکیل اس کی معیاری حالت میں اس کے عناصر کے ذریعے ہوئی ہے جبکہ عناصر اپنے اجتماع کی سب سے زیادہ مستحکم حالتوں میں 25°C اور 1 bar دباؤ پر ہیں۔ مثال کے طور پر ڈائی ہائڈروجن کی حوالہ حالت H_2 گیس ہے اور ڈائی آکسیجن، کاربن اور گندھک (سلفر) کی حوالہ حالتیں، بالترتیب، O_2 گیس، $C_{graphite}$ اور $S_{rhombic}$ ہیں۔

معیاری مولر اینتھالپی والے کچھ تعاملات ذیل میں دیے گئے ہیں:

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l);$$

$$\Delta_f H^\ominus = -285.8\ kJ\ mol^{-1}$$

$$C(graphite, s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g);$$

$$\Delta_f H^\ominus = -74.81\ kJ\ mol^{-1}$$

$$2C(graphite, s) + 3H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow C_2H_5OH(l);$$

$$\Delta_f H^\ominus = -277.7\ kJ/mol^{-1}$$

یہ سمجھنا اہم ہے کہ تشکیل کی معیاری مولر اینتھالپی $\Delta_f H^\ominus$، $\Delta_r H^\ominus$ کی ایک مخصوص صورت ہے، جہاں اس کے اجزائے ترکیبی عناصر سے مرکب کا ایک مول تشکیل پاتا ہے۔ مندرجہ بالا تینوں مساواتوں میں دیکھا جاسکتا

ہے کہ پانی، میتھین (Methane) اور ایتھانول (Ethanol) میں سے ہر ایک کے ایک مول کی تشکیل ہوتی ہے۔ اس کے برخلاف، ایک حرارت زا تعامل

$$CaO(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s);$$
$$\Delta_f H^{\ominus} = -178.3 kJmol^{-1}$$

کے لیے انتھالپی تبدیلی، کیلشیم کاربونیٹ کی تشکیل کی انتھالپی نہیں ہے کیونکہ کیلشیم کاربونیٹ دوسرے مرکبات سے بنا ہے اپنے اجزاء ترکیبی عناصر سے نہیں۔ مزید، ذیل میں دیے گئے تعامل میں انتھالپی تبدیلی HBr(g) کے لیے تشکیل کی معیاری انتھالپی $\Delta_f H^{\ominus}$ نہیں ہے۔

$$H_2(g) + Br_2(l) \rightarrow 2HBr(g);$$
$$\Delta_r H^{\ominus} = -72.8 kJ mol^{-1}$$

یہاں عناصر سے ماحصل کے ایک مول کی جگہ دو مول تشکیل پا رہے ہیں، یعنی کہ $\Delta_r H^{\ominus} = 2\Delta_f H^{\ominus}$

اس لیے، متوازن مساوات میں ہر ایک ضریب کو 2 سے تقسیم کرنے پر HBr(g) کی تشکیل کی انتھالپی کی عبارت لکھی جاتی ہے:

$$½H_2(g) + ½Br_2(l) \rightarrow HBr(g);$$
$$\Delta_f H^{\ominus} = -36.4 kJ mol^{-1}$$

کچھ عام اشیا کی تشکیل کی انتھالپی جدول 6.2 میں دی گئی ہیں۔

قرارداد (Convention) کے مطابق، ایک عنصر کی، اس کی حوالہ حالت میں، یعنی کہ اس کے اجتماع کی سب سے مستحکم حالت میں، تشکیل کی معیاری انتھالپی، صفر لی جاتی ہے۔

فرض کیجیے کہ آپ ایک کیمیائی انجینئر ہیں اور یہ جاننا چاہتے ہیں کہ کیلشیم کاربونیٹ کو چونے (lime) اور کاربن ڈائی آکسائڈ میں تحلیل کرنے (Decompose) کے لیے کتنی حرارت درکار ہوگی، جب کہ تمام اشیا اپنی معیاری حالت میں ہیں۔

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g); \Delta_r H^{\ominus} = ?$$

یہاں ہم تشکیل کی معیاری انتھالپی کا استعمال کر سکتے ہیں اور تعامل کی انتھالپی تبدیلی کا حساب لگا سکتے ہیں۔ انتھالپی تبدیلی کا حساب لگانے کے لیے مندرجہ ذیل عمومی مساوات استعمال کی جا سکتی ہے:

$$\Delta_r H^{\ominus} = \sum_i a_i \Delta_f H^{\ominus}(products) - \sum_i b_i \Delta_f H^{\ominus}(reactants) \quad (6.15)$$

جہاں a اور b متوازن مساوات میں ماحصلات اور متعاملات کے ضریبوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ آیئے مندرجہ بالا مساوات کو کیلشیم کاربونیٹ کی تحلیل کے لیے استعمال کریں۔

یہاں ضریب a اور b دونوں ایک، ایک ہیں۔ اس لیے

$$\Delta_r H^{\ominus} = \Delta_f H^{\ominus}[CaO(s)] + \Delta_f H^{\ominus}[CO_2(g)] - \Delta_f H^{\ominus}[CaCO_3(s)]$$
$$= 1(-635.1 \text{ kJ mol}^{-1}) + 1(-393.5 \text{ kJ mol}^{-1}) - 1(-1206.9 \text{ kJ mol}^{-1})$$

اس لیے، $CaCO_3(s)$ کی تحلیل ایک حرارت خور عمل ہے اور مطلوبہ ماحصلات حاصل کرنے کے لیے ہمیں اسے گرم کرنا ہوگا۔

(d) حرارتی کیمیائی مساواتیں:

اپنی $\Delta_r H$ کی قدر کے ساتھ ایک متوازن کیمیائی مساوات، ایک حرارتی کیمیائی مساوات (Thermochemical Equation) کہلاتی ہے۔ ہم ایک مساوات میں شے کی طبعی حالت [اس کی بہروپی حالت (Allotropic Stae) کے ساتھ] کی وضاحت کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l):$$
$$\Delta_r H^{\ominus} = -1367 kJ mol^{-1}$$

مندرجہ بالا مساوات، مستقل درجہ حرارت و دباؤ پر مائع ایتھانول کے احتراق کو بیان کرتی ہے۔ انتھالپی تبدیلی کی منفی علامت ظاہر کرتی ہے کہ یہ ایک حرارت زا تعامل ہے۔

حرارتی کیمیائی مساواتوں کے بارے میں مندرجہ ذیل قراردادیں (Conventions) یاد رکھنا ضروری ہیں:

1۔ ایک متوازن حرارتی کیمیائی مساوات میں ضریب تعامل میں شامل ہونے والے متعاملات اور ماحصلات کے مولوں کی تعداد (سالمات کی کبھی نہیں) کو ظاہر کرتے ہیں۔

2۔ $\Delta_r H^{\ominus}$ کی عددی قدر، مساوات کے ذریعے متعین کردہ اشیا کے مولوں کی تعداد کے لیے ہوتی ہے۔

معیاری انتھالپی تبدیلی $\Delta_r H^{\ominus}$ کی اکائی $KJmol^{-1}$ ہے۔

اس تصور کی وضاحت کرنے کے لیے، آیئے مندرجہ ذیل تعامل کے لیے تعامل کی حرارت کا حساب لگائیں:

$$Fe_2O_3(s) + 3H_2(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3H_2O(l),$$

$\Delta_f H^{\ominus}$ تشکیل کی معیاری انتھالپی، کی جدول (6.2) سے ہمیں حاصل ہوتا ہے:

درمیانی راستے پر منحصر نہیں ہے۔ دوسرے لفظوں میں ایک تعامل کے لیے اینتھالپی تبدیلی یکساں ہوگی، چاہے وہ تعامل ایک مرحلے میں مکمل ہو یا مراحل کے ایک سلسلے میں مکمل ہو۔ اسے ہیس کے قانون (Hess's Law) کی شکل میں مندرجہ ذیل طور پر بیان کیا جاسکتا ہے۔

اگر ایک تعامل کئی مراحل میں مکمل ہوتا ہے تو اس کی معیاری تعامل اینتھالپی، ان ضمنی مراحل، جن میں تعامل کو اسی درجہ حرارت پر تقسیم کیا جاسکتا ہے، کی معیاری اینتھالپی کا، مجموعہ ہوتی ہے۔

آیئے اس قانون کی اہمیت، ایک مثال کے ذریعے سمجھیں۔

مندرجہ ذیل تعامل کے لیے اینتھالپی تبدیلی ملاحظہ کریں۔

$$C\,(graphite, s) + \frac{1}{2}O_2\,(g) \rightarrow CO\,(g); \Delta_r H^\ominus = ?$$

حالانکہ CO(g) اکبر (Major) ماحصل ہے، اس تعامل میں تھوڑی سی CO_2 گیس ہمیشہ بنتی ہے۔ اس لیے ہم مندرجہ بالا تعامل کی اینتھالپی تبدیلی براہِ راست نہیں ناپ سکتے۔ لیکن اگر ہم کچھ ایسے دوسرے تعاملات معلوم کرسکیں، جن میں یہی انواع (Species) شامل ہوں، تو مندرجہ بالا تعامل کے لیے اینتھالپی کا حساب لگانا ممکن ہے۔

آیئے مندرجہ ذیل تعاملات لیں:

(i) $$C(graphite, s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g);\quad \Delta_r H^\ominus = -\,393.5\,kJ\,mol^{-1}$$

(ii) $$CO\,(g) + \frac{1}{2}O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g);\quad \Delta_r H^\ominus = -283.0\,kJ\,mol^{-1}$$

ہم مندرجہ بالا دونوں تعاملات کو اس طرح یکجا کرسکتے ہیں کہ ہمیں مطلوبہ تعامل حاصل ہوجائے۔ دائیں طرف CO(g) کا ایک مول حاصل کرنے کے لیے، ہم مساوات (ii) کو الٹا کردیتے ہیں۔ اس میں حرارت خارج ہونے کے بجائے جذب ہوگی، اس لیے ہم $\Delta_r H^\ominus$ کی قدر کی علامت الٹ دیتے ہیں:

(iii) $$CO_2(g) \rightarrow CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g);\quad \Delta_r H^\ominus = +\,283.0\,kJ\,mol^{-1}$$

مساوات (i) اور (iii) کو جمع کرنے پر ہمیں مطلوبہ مساوات حاصل ہوتی ہے:

$$C\,(graphite, s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g);$$

$$\Delta_f H^\ominus\,(H_2O, l) = 285.83\ KJ\,mol^{-1}$$

$$\Delta_f H^\ominus\,(Fe_2O_3, s) = -824.2\ KJ\ mol^{-1}$$

Also $\Delta_f H^\ominus (Fe, s) = 0$ and

$\Delta_f H^\ominus (H_2, g) = 0$ as per convention

$$\Delta_r H_1^\ominus = 3(-285.83\ kJ\ mol^{-1}) - 1(-824.2\ kJ\ mol^{-1})$$
$$= (-857.5 + 824.2)\ kJ\ mol^{-1}$$
$$= -33.3\ kJ\ mol^{-1}$$

نوٹ کریں کہ اس تحسیب میں استعمال کیے گئے ضریب، خالص عدد ہیں، جو اپنے متعلقہ تناسب پیمائی ضریبوں کے مساوی ہیں۔ $\Delta_r H^\ominus$ کی اکائی $kJmol^{-1}$ ہے، جس کا مطلب ہے تعامل کے فی مول۔ ایک بار جب ہم کیمیائی مساوات کو ایک خاص انداز میں متوازن کرلیتے ہیں، جیسا کہ اوپر کیا گیا ہے، تو یہ تعامل کے مول کی تعریف بیان کرتا ہے۔ اگر ہم نے مساوات کو مختلف طور پر متوازن کیا ہوتا، مثلاً

$$\frac{1}{2}Fe_2O_3(s) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightarrow Fe(s) + \frac{3}{2}H_2O\,(1)$$

تب تعامل کی یہ مقدار، تعامل کا ایک مول ہوتی اور $\Delta_r H^\ominus$ مندرجہ ذیل ہوتی

$$\Delta_r H_2^\ominus = \frac{3}{2}(-285.83\ kJ\,mol^{-1}) - \frac{1}{2}(-824.2\,kJ\,mol^{-1})$$
$$= (-428.7 + 412.1)\ kJ\ mol^{-1}$$
$$= -16.6\ kJ\ mol^{-1} = \frac{1}{2}\Delta_r H_1^\ominus$$

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اینتھالپی ایک وسیع مقدار ہے۔

3۔ جب ایک کیمیائی مساوات کو الٹا کردیا جاتا ہے، تو $\Delta_r H^\ominus$ کی قدر علامت کے اعتبار سے الٹ تی ہے اور عددی قدر وہی رہتی ہے۔ مثال کے طور پر

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g);\quad \Delta_r H^\ominus = -91.8\,kJ\ mol^{-1}$$

$$2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g);\quad \Delta_r H^\ominus = +91.8\,kJ\ mol^{-1}$$

(e) مستقل حرارتی مجموعے کا ہیس کا قانون

ہم جانتے ہیں کہ اینتھالپی ایک حالت تفاعل ہے، اس لیے اینتھالپی میں تبدیلی آغازی حالت (متعاملات) اور اختتامی حالت (ماحصلات) کے

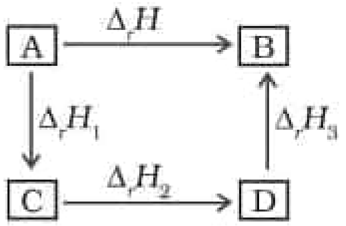
جس کے لیے $\Delta_r H^\ominus = (-393.5 + 283.0)$

$= -110.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

عمومی شکل میں، اگر ایک مجموعی تعامل $A \rightarrow B$ کی اینتھالپی، ایک راستے پر $\Delta_r H$ ہے اور ..... $\Delta_r H_1, \Delta_r H_2, \Delta_r H_3$ ان تعاملات کی اینتھالپی کو ظاہر کرتے ہیں جن سے کسی دوسرے راستے سے وہی ماحصل B حاصل ہوتا ہے، تب

$$\Delta_r H = \Delta_r H_1 + \Delta_r H_2 + \Delta_r H_3 \ldots \quad (6.16)$$

اسے، ایسے ظاہر کیا جاسکتا ہے:



6.5 مختلف قسم کے تعاملات کے لیے اینتھالپی

اینتھالپی کو ایسے نام دینے میں جو مختلف قسم کے تعاملات کی نشاندہی کریں، سہولت رہتی ہے۔

(a) احتراق کی معیاری اینتھالپی (علامت: $\Delta_c H^\ominus$)

احتراقی تعاملات اپنی فطرت کے اعتبار سے حرارت زا ہوتے ہیں۔ یہ صنعت، راکٹ تیار کرنے اور زندگی کے دوسرے کئی شعبوں میں اہمیت کے حامل ہوتے ہیں۔ احتراق کی معیاری اینتھالپی کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ اس شے کی فی مول (یا فی اکائی مقدار) اینتھالپی تبدیلی ہے جس کا احتراق ہوتا ہے اور **تمام متعاملات اور ماحصلات**، ایک مخصوص درجہ حرارت پر، اپنی معیاری حالتوں میں ہیں۔

سلنڈروں میں بھری ہوئی کھانا پکانے کی گیس میں زیادہ تر بیوٹین (Butane) (C_4H_{10}) ہوتی ہے۔ Butane کے ایک مول کے مکمل احتراق کے دوران، 2658 KJ حرارت خارج ہوتی ہے۔ ہم اس کے لیے حرارتی کیمیائی تعامل اس طرح لکھ سکتے ہیں:

$$C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2}O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(l);$$
$$\Delta_c H^\ominus = -2658.0 \text{ kJ mol}^{-1}$$

اسی طرح گلوکوز کا احتراق $2802.0 \text{ kJmol}^{-1}$ حرارت دیتا ہے، جس کے لیے مکمل مساوات ہے:

$$C_6H_{12}O_6(g) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l);$$
$$\Delta_c H^\ominus = -2802.0 \text{ kJ mol}^{-1}$$

ہمارا جسم بھی غذا سے احتراق جیسے مجموعی عمل کے ذریعے یہ توانائی حاصل کرتا ہے، حالانکہ حتمی ماحصلات پیچیدہ حیاتیاتی کیمیائی تعاملات کے ایک ایسے سلسلے کے بعد بنتے ہیں، جن میں خامرے (Enzymes) شامل ہوتے ہیں۔

مسئلہ 6.8

بینزین (Benzene) کے ایک مول کا احتراق 298K اور 1atm پر ہوتا ہے۔ احتراق کے بعد $CO_2(g)$ اور $H_2O(l)$ بنتے ہیں اور 3267.0KJ حرارت خارج ہوتی ہے۔ بینزین کی تشکیل کی معیاری اینتھالپی $\Delta_f H^\ominus$ کا حساب لگائیے۔ $CO_2(g)$ اور $H_2O(l)$ کی تشکیل کی معیاری اینتھالپی، بالترتیب $-393.5 \text{ kJmol}^{-1}$ اور $-285.83 \text{ kJmol}^{-1}$ ہیں۔

حل

بینزین کی تشکیل کا تعامل:

$$6C(\text{graphite}) + 3H_2(g) \rightarrow C_6H_6(l);$$
$$\Delta_f H^\ominus = ? \ldots (i)$$

بینزین کے 1 مول کے احتراق کی اینتھالپی ہے:

$$C_6H_6(l) + \frac{15}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2(g) + 3H_2O(l);$$
$$\Delta_c H^\ominus = -3267 \text{ kJ mol}^{-1} \ldots (ii)$$

$CO_2(g)$ کے 1 مول کی تشکیل کی حرارتِ نوعی:

$$C(\text{graphite}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g);$$
$$\Delta_f H^\ominus = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1} \ldots (iii)$$

$H_2O(l)$ کے ایک مول کی تشکیل کی اینتھالپی:

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l);$$
$$\Delta_f H^\ominus = -285.83 \text{ kJ mol}^{-1} \ldots (iv)$$

مساوات (iii) کو 6 سے اور مساوات (iv) کو 3 سے ضرب دینے پر، ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$6C(\text{graphite}) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g);$$
$$\Delta_f H^\ominus = -2361 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$3H_2(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow 3H_2O(l);$$
$$\Delta_f H^\ominus = -857.49 \text{ kJ mol}^{-1}$$

مندرجہ بالا دونوں مساواتوں کو جوڑنے پر

$$6C\,(graphite) + 3H_2\,(g) + \frac{15}{2}O_2\,(g) \rightarrow 6CO_2\,(g) + 3H_2O\,(l);$$

$$\Delta_r H^{\ominus} = -3218.49\ kJ\ mol^{-1} \quad \dots \quad (v)$$

مساوات (ii) کو الٹنے پر

$$6CO_2(g) + 3H_2O(l) \rightarrow C_6H_6(l) + \frac{15}{2}O_2;$$

$$\Delta_r H^{\ominus} = 3267.0\ kJ\ mol^{-1} \quad \dots \quad (vi)$$

مساوات (v) اور مساوات (vi) کو جوڑنے پر

$$6C\,(graphite) + 3H_2(g) \rightarrow C_6H_6(l);$$

$$\Delta_f H^{\ominus} = 48.51\ kJ\ mol^{-1}$$

(b) ایٹومائزیشن کی اینتھالپی

ڈائی ہائڈروجن کی ایٹومائزیشن (Atomization) کی مندرجہ مثال ملاحظہ کریں:

$$H_2(g) \rightarrow 2H(g)\ ;\ \Delta_a H^{\ominus} = 435.0\ kJ\ mol^{-1}$$

آپ دیکھ سکتے ہیں کہ H ایٹم ڈائی ہائڈروجن میں H-H بند (Bonds) کے ٹوٹنے کے نتیجے میں تشکیل پاتے ہیں۔ اس عمل میں اینتھالپی تبدیلی، ایٹومائزیشن کی اینتھالپی $\Delta_a H^{\ominus}$ کہلاتی ہے۔ یہ وہ اینتھالپی تبدیلی ہے جو گیس ہیئت میں ایٹم حاصل کرنے کے لیے بند کے 1 مول کے مکمل طور پر ٹوٹنے کے دوران واقع ہوتی ہے۔

دو ایٹمی سالمات (Diatomic Molecules)، جیسے ڈائی ہائڈروجن (اوپر دی ہوئی مثال)، ایٹومائزیشن کی اینتھالپی بند افتراق اینتھالپی (Bond Dissociation Enthalpy) بھی کہلاتی ہے۔

ایٹومائزیشن کی اینتھالپی کی کچھ اور مثالیں مندرجہ ذیل ہیں:

$$CH_4\,(g) \rightarrow C(g) + 4H(g);\ \Delta_a H^{\ominus} = 1665\ kJ\ mol^{-1}$$

نوٹ کریں کہ ماحصلات صرف C اور H کے ایٹم ہیں جو گیس ہیئت میں ہیں۔ اب مندرجہ ذیل تعاملات دیکھیے۔

$$Na(s) \rightarrow Na(g);\ \Delta_a H^{\ominus} = 108.4\ kJ\ mol^{-1}$$

اس معاملے میں ایٹومائزیشن کی اینتھالپی وہی ہے جو تصعید کی اینتھالپی ہے۔

(c) بانڈ اینتھالپی (علامت: $\Delta_{bond}H^{\ominus}$)

کیمیائی تعاملات میں بند کا بننا اور ٹوٹنا شامل ہے۔ ایک بند کو توڑنے کے لیے توانائی درکار ہوتی ہے اور جب بند تشکیل پاتا ہے تو توانائی خارج ہوتی ہے یہ ممکن ہے کہ تعامل کی حرارت کا کیمیائی بند کے ٹوٹنے اور تشکیل پانے سے منسلک توانائی تبدیلیوں سے رشتہ قائم کیا جا سکے۔ کیمیائی بند سے وابستہ اینتھالپی تبدیلیوں کے حوالے سے حرحرکیات میں دو اصطلاحات استعمال ہوتی ہیں:

(i) بند افتراق اینتھالپی (Bond Dissociation Enthalpy)

(ii) اوسط بندش اینتھالپی (Mean Bond Enthalpy)

آیئے ان اصطلاحات سے دو ایٹمی اور کثیر ایٹمی سالمات کے تناظر میں بحث کریں۔

دو ایٹمی سالمات: مندرجہ ذیل عمل دیکھیے، جس میں ڈائی ہائڈروجن گیس (H_2) کے ایک مول کے بند ٹوٹتے ہیں:

$$H_2(g) \rightarrow 2H(g);\ \Delta_{H-H}H^{\ominus} = 435.0\ kJ\ mol^{-1}$$

اس عمل میں شامل اینتھالپی تبدیلی، H-H بند کی بندش افتراق اینتھالپی ہے۔ بندش افتراق اینتھالپی، اینتھالپی میں وہ تبدیلی ہے جو ایک گیسی شریک گرفت مرکب (Gaseous Covalent Compound) کے شریک گرفت بند کے ایک مول کے ٹوٹنے کے ذریعے گیس ہیئت میں ماحصلات کی تشکیل ہوتی ہے۔

نوٹ کریں کہ یہ اور ڈائی ہائڈروجن کی ایٹومائزیشن اینتھالپی یکساں ہیں۔ یہ بات سبھی دو ایٹمی سالمات کے لیے درست ہے۔ مثلاً

$$Cl_2(g) \rightarrow 2Cl(g);\ \Delta_{Cl-Cl}H^{\ominus} = 242\ kJ\ mol^{-1}$$

$$O_2(g) \rightarrow 2O(g);\ \Delta_{O=O}H^{\ominus} = 428\ kJ\ mol^{-1}$$

کثیر ایٹمی سالمات کے لیے، بند افتراق اینتھالپی، یکساں سالمات میں ہی، مختلف بندشوں کے لیے مختلف ہوتی ہے۔

کثیر ایٹمی سالمات: آیئے ایک کثیر ایٹمی سالمہ، جیسے میتھین، CH_4 پر غور کریں۔ اس کے ایٹومائزیشن کی مجموعی حرارتی و کیمیائی مساوات مندرجہ ذیل ہے:

$$CH_4(g) \rightarrow C(g) + 4H(g);$$

$$\Delta_a H^{\ominus} = 1665\ kJ\ mol^{-1}$$

میتھین میں، چاروں C-H بند، توانائی اور بندشی لمبائی (Bond Length) کے لحاظ سے متماثل (Identical) ہوتے ہیں۔ لیکن پھر بھی ہر ایک متواتر مرحلے میں انفرادی C-H بند کو توڑنے کے لیے درکار توانائی مختلف ہوتی ہے۔

$$CH_4(g) \rightarrow CH_3(g) + H(g); \Delta_{bond}H^{\ominus} = +427 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$CH_3(g) \rightarrow CH_2(g) + H(g); \Delta_{bond}H^{\ominus} = +439 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$CH_2(g) \rightarrow CH(g) + H(g); \Delta_{bond}H^{\ominus} = +452 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$CH(g) \rightarrow C(g) + H(g); \Delta_{bond}H^{\ominus} = +347 \text{ kJ mol}^{-1}$$

اس لیے

$$CH_4(g) \rightarrow C(g) + 4H(g); \Delta_a H^{\ominus} = 1665 \text{ kJ mol}^{-1}$$

ایسی صورتوں میں ہم **C-H** بند کی اوسط بند اینتھالپی کا استعمال کرتے ہیں۔ مثلاً CH_4 میں $\Delta_{C-H}H^{\ominus}$ کا حساب اس طرح لگایا جاتا ہے:

$$\Delta_{C-H}H^{\ominus} = \tfrac{1}{4}(\Delta_a H^{\ominus}) = \tfrac{1}{4}(1665 \text{ kJ mol}^{-1})$$
$$= 416 \text{ kJmol}^{-1}$$

ہم پاتے ہیں کہ میتھین میں اوسط C-H بند اینتھالپی 416 kJmol^{-1} ہے۔ یہ معلوم ہوا ہے کہ اوسط C-H بند اینتھالپی ایک مرکب سے دوسرے مرکب میں تھوڑی سی مختلف ہوتی ہے، جیسے CH_3CH_2Cl, CH_3NO_2 وغیرہ، لیکن اس کی قدر میں زیادہ فرق نہیں ہوتا۔* ہیس کا قانون استعمال کرتے ہوئے، بند اینتھالپی معلوم کی جاسکتی ہیں۔ کچھ واحد اور کثیر بند کی بند اینتھالپی قدریں جدول 6.3 میں دی گئی ہیں۔ تعامل اینتھالپی بہت اہم مقداریں ہیں کیونکہ یہ ان تبدیلیوں کی وجہ سے وجود میں آتی ہیں جو پرانے بند کے ٹوٹنے اور نئے بند کے تشکیل پانے کے دوران ہوتی ہیں۔ اگر ہمیں مختلف بند اینتھالپی معلوم ہوں تو ہم، گیس ہیئت میں، ایک تعامل کی اینتھالپی کی پیشین گوئی کر سکتے ہیں۔ ایک تعامل کی اینتھالپی، $\Delta_r H^{\ominus}$ کا متعاملات اور ماحصلات کی، گیس ہیئت میں، بند اینتھالپی کی قدروں سے، مندرجہ ذیل رشتہ ہے:

$$\Delta_r H^{\ominus} = \sum \text{bond enthalpies}_{reactants} - \sum \text{bond enthalpies}_{products}$$

(6.17)**

جدول 6.3(a): کچھ اوسط واحد بند اینتھالپی ($kJmol^{-1}$ میں)

	I	Br	Cl	S	P	Si	F	O	N	C	H
H	297	368	431	339	318	293	569	464	389	414	436
C	238	276	330	259	264	289	439	351	293	347	
N	-	243	201	-	209	-	272	201	159		
O	201	-	205	-	351	368	184	138			
F	-	197	255	327	490	540	159				
Si	213	289	360	226	213	176					
P	213	272	331	230	213						
S	-	213	251	213							
Cl	209	218	243								
Br	180	192									
I	151										

جدول 6.3(b): کچھ اوسط کثیر بند اینتھالپی قدریں ($kJmol^{-1}$ میں)

498	O = O	611	C = C	418	N = N
		837	C ≡ C	946	N ≡ N
		741	C = O	615	C = N
		1070	C ≡ O	891	C ≡ N

* نوٹ کریں کہ بند افتراق توانائی اور اوسط بند اینتھالپی کے لیے یکساں علامت استعمال کی گئی ہے۔

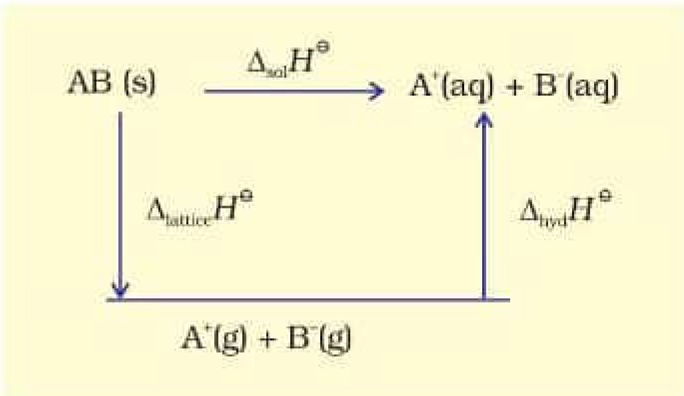
** اگر ہم بند کی تشکیل کی اینتھالپی $\Delta_f H^{\ominus}$ استعمال کرتے ہیں، جو کہ گیسی ایٹموں سے ایک خاص قسم کے بند کے، ایک مول، کی تشکیل میں اینتھالپی تبدیلی ہے، تو:

$$\Delta_r H^{\ominus} = \sum \Delta_f H^{\ominus}_{\text{bonds of products}} - \sum \Delta_f H^{\ominus}_{\text{bonds of reactants}}$$

یہ رشتہ اس وقت خاص طور پر کارآمد ہوتا ہے جب $\Delta_f H^\ominus$ کی درکار قدریں دستیاب نہ ہوں۔ ایک تعامل کی اینتھالپی تبدیلی کی اصل قدر (Net value) متعامل سالمات کے سبھی بند کو توڑنے کے لیے درکار توانائی نفی ماحصل سالمات کے سبھی بند توڑنے کے لیے درکار توانائی ہے۔ یاد رکھیں کہ یہ رشتہ تقریبی (approximate) ہے اور اسی وقت درست ہے جب تعامل میں شامل تمام اشیا (متعاملات اور ماحصلات) گیسی حالت میں ہوں۔

(d) محلول کی اینتھالپی (علامت: $\Delta_{sol}H^\ominus$)

کسی شے کے محلول کی اینتھالپی وہ اینتھالپی تبدیلی ہے جو اس کے 1 مول کے محلل (Solvent) کی ایک متعین مقدار میں گھلنے پر ہوتی ہے۔ لامحدود ڈائی لیوشن (Infinite Dilution) پر محلول کی اینتھالپی وہ اینتھالپی تبدیلی ہے جو شے کو محلل کی لامحدود مقدار میں گھولنے پر ہوتی ہے، جبکہ آینوں کے درمیان باہمی عمل (یا محلل کے سالمات) قابلِ نظر انداز ہیں۔
جب ایک آینی مرکب (Ionic Compound) ایک محلل میں گھلتا ہے تو آینی کرسٹل لیٹس (Crystal Lattice) پر اپنے ترتیب شدہ مقامات سے ہٹ جاتے ہیں۔ یہ محلول میں اب مقابلتاً زیادہ آزاد ہوتے ہیں۔ لیکن ان آینوں کی علیحدگی (Solvation) [آبیدگی (hydration)' اگر محلل پانی ہے) بھی اسی وقت پر ہوتی ہے۔ اسے ایک آینی مرکب کے لیے، [AB(s)]، ڈائیگرام کے ذریعے دکھایا گیا ہے۔



AB (S) کے محلول کی اینتھالپی، $\Delta_{sol}H^\ominus$، پانی میں، لیٹس حرارت نوعی $\Delta_{lattice}H^\ominus$ اور آینوں کی آبیدگی کی اینتھالپی $\Delta_{hyd}H^\ominus$ کے ذریعے ایسے معلوم کی جاتی ہے:

$$\Delta_{sol}H^\ominus = \Delta_{lattice}H^\ominus + \Delta_{hyd}H^\ominus$$

زیادہ تر آینی مرکبات کے لیے $\Delta_{sol}H^\ominus$ مثبت ہوتی ہے اور افتراق کا عمل حرارت خور ہوتا ہے۔ اسی لیے زیادہ تر نمکوں (Salts) کی پانی میں حل پذیری (Solubility) درجہ حرارت کے اضافے کے ساتھ بڑھتی ہے۔ اگر لیٹس اینتھالپی کی قدر بہت زیادہ ہو تو ہوسکتا ہے کہ مرکب کا گھلنا بالکل ہی عمل میں نہ آئے۔ کئی فلورائڈ (Flourides) اپنے نظیری کلورائڈ (Chlorides) کے مقابلے میں کم حل پذیر کیوں ہوتے ہیں؟ اینتھالپی تبدیلیوں کی عددی قدروں کے تخمینے، بندشی توانائیوں (اینتھالپی قدروں) اور لیٹس توانائیوں (اینتھالپی قدروں) کے جدول استعمال کرکے، لگائے جاسکتے ہیں۔

لیٹس اینتھالپی (Lattice Entalpy)

ایک آینی مرکب لیٹس اینتھالپی، اینتھالپی کی وہ تبدیلی ہے جو ایک آینی مرکب کے ایک مول کے اپنے آینوں میں، گیسی حالت میں، افتراق پذیر ہونے کے دوران واقع ہوتی ہے۔

$$Na^+Cl^-(s) \rightarrow Na^+(g) + Cl^-(g);$$
$$\Delta_{lattice}H^\ominus = +788\ kJ\ mol^{-1}$$

کیونکہ لیٹس اینتھالپی کی قدریں براہِ راست تجربے کے ذریعے معلوم کرنا ناممکن ہے، اس لیے ہم ایک بالواسطہ طریقہ استعمال کرتے ہیں، جس میں ہم ایک اینتھالپی ڈائیگرام بناتے ہیں، جو بورن ہیبر سائکل (Born-Habor Cycle) کہلاتی ہے (شکل 6.9)۔

آیئے اب ہم $Na^+Cl^-(s)$ کی لیٹس اینتھالپی کا حساب، مندرجہ اقدامات پر عمل کرکے، لگاتے ہیں۔

1۔ سوڈیم دھات کی تصعید، $\Delta_{sub}H^\ominus = 108.4\ kJmol^{-1}$

$$Na(s) \rightarrow Na(g)$$

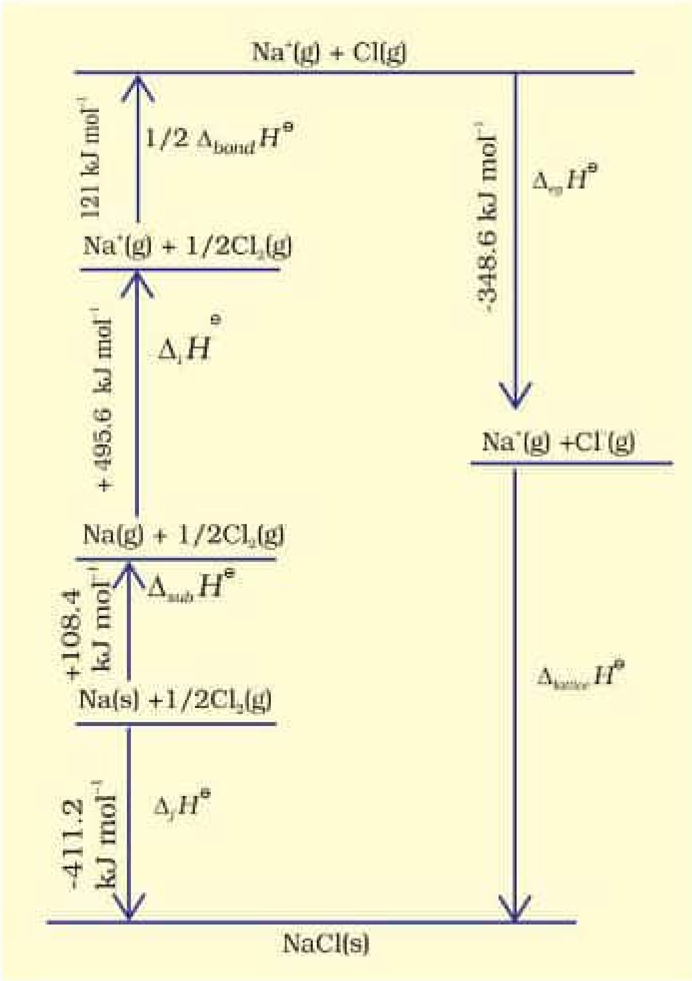
2۔ سوڈیم ایٹم کی آین کاری، آیونائزیشن اینتھالپی $\Delta_iH^\ominus = 496\ kJmol^{-1}$

$$Na(g) \rightarrow Na^+(g) + e^-(g)$$

3۔ کلورین کا افتراق، $\frac{1}{2}Cl_2(g) \rightarrow Cl(g)$ تعامل اینتھالپی، بند افتراق توانائی کی نصف ہے:

$$\frac{1}{2}\Delta_{bond}H^\ominus = 121\ KJmol^{-1}$$

کلورین ایٹموں کے ذریعے الیکٹران کا حصول



شکل **6.9** Nacl کی لیٹس اینتھالپی کے لیے اینتھالپی ڈائیگرام

4- $Cl(g) + e^{-1}(g) \rightarrow Cl(g)$

الیکٹران گین اینتھالپی $\Delta_{eg}H^\ominus = -348.6\ kJ\ mol^{-1}$

آپ آیونائزیشن اینتھالپی اور الیکٹران گین اینتھالپی کے بارے میں اکائی 3 میں پڑھ چکے ہیں۔ دراصل یہ اصطلاحات، حرحرکیات سے ہی لی گئی ہیں۔ اس سے پہلے آین کاری توانائی اور الیکٹران رغبت (Electron Affinity) اصطلاحات استعمال ہوتی تھیں (جواز کے لیے بکس دیکھیے۔)

5- $Na^+(g) + Cl^-(g) \rightarrow Na^+Cl^-(s)$

شکل 6.9 میں اقدامات کی سلسلہ وار ترتیب دکھائی گئی ہے جو بورن۔ ہیبر سائکل کہلاتی ہے۔ اس دور کی اہمیت یہ ہے کہ ایک پورے دور میں حرارت تبدیلیوں کا حاصل جمع صفر ہوتا ہے۔

ہیس کے قانون کا استعمال کرتے ہوئے، ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\Delta_{lattice}H^\ominus = 411.2 + 108.4 + 121 + 496 - 348.6$$

آین کاری توانائی اور الیکٹران رغبت

آین کاری توانائی (Ionization Energy) اور الیکٹران رغبت (electron Affinity) کی تعریف مطلق صفر (Absolute Zero) پر کی جاتی ہے۔ کسی بھی دوسرے درجہ حرارت پر، متعاملات اور ماحصلات کی حرارتی گنجائشوں کو بھی شامل کرنا ہوگا۔ مندرجہ ذیل کے لیے تعاملات کی اینتھالپی

$M(g) \rightarrow M^+(g) + e^-$ (آین کاری کے لیے)

$M(g) + e^- \rightarrow M^-(g)$ (الیکٹران کے حصول کے لیے)

درجہ حرارت T پر۔

$$\Delta_r H^\ominus(T) = \Delta_r H^\ominus(0) + \int_0^T \Delta_r C_p^\ominus dT$$

مندرجہ بالا تعامل میں ہر نوع کے لیے Cp کی قدر 5/2R ہے (CV=3/2R)۔ اس لیے

$$\Delta_r C_p^\ominus = +\frac{5}{2}R \text{ (آین کاری کے لیے)}$$

$$\Delta_r C_p^\ominus = -\frac{5}{2}R \text{ (الیکٹران حصول کے لیے) اس لیے}$$

$\Delta_r H^\ominus$ (آین کاری اینتھالپی) $= E_0$ (آین کاری توانائی) $+5/2R$

$\Delta_r H^\ominus$ (الیکٹران حصول اینتھالپی) $= -A$ (الیکٹران رغبت) $-5/2R$

$$\Delta_{lattice}H^\ominus = +788\ kJ$$

$$NaCl(s) \rightarrow Na^+(g) + Cl^-(g)$$

کے لیے، داخلی توانائی کی قدر 2RT سے کم ہے (کیونکہ $\Delta n_g = 2$) اور $+783 KJmol^{-1}$ کے مساوی ہے۔

اب ہم لیٹس اینتھالپی کی قدر کا استعمال مندرجہ ذیل عبارت کے ذریعے، محلول کی اینتھالپی کا حساب، لگانے کے لیے کرتے ہیں:

$$\Delta_{sol}H^\ominus = \Delta_{lattice}H^\ominus + \Delta_{hyd}H^\ominus$$

NaCl(s) کے ایک مول کے لیے

لیٹس اینتھالپی $= +788 KJmol^{-1}$

$\Delta_{hyd}H^\ominus = -784 KJmol^{-1}$ (کیمیائی ادب سے)

$$\Delta_{sol}H^\ominus = +788 KJmol^{-1} - 784 KJmol^{-1}$$

$$= +4 KJmol^{-1}$$

NaCl(s) کے حل ہونے میں بہت کم حرارت کی تبدیلی ہوتی ہے۔

6.6 ازخودکاری (Spontaneity)

حرحرکیات کا پہلا قانون ہمیں جذب ہوئی حرارت اور نظام کے ذریعے یا نظام پر کیے گئے کام کے مابین رشتہ بتاتا ہے۔ یہ حرارت کے بہنے کے سمت پر کوئی پابندی عائد نہیں کرتا۔ لیکن حرارت کا بہاؤ یک سمتی (Unidirectional) ہوتا ہے، مقابلتًا زیادہ درجہ حرارت سے کم درجہ حرارت کی طرف۔ دراصل قدرتی طور پر ہونے والے تمام عمل، چاہے کیمیائی ہوں یا طبعی، ازخودطور پر (Spontaneously) صرف ایک ہی سمت میں ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر، دستیاب حجم کو بھرنے کے لیے پھیلتی ہوئی گیس، کاربن کا ڈائی آکسیجن میں جل کر کاربن ڈائی آکسائڈ بنانا۔

لیکن حرارت ایک ٹھنڈے جسم سے گرم جسم کی طرف اپنے آپ نہیں بہے گی۔ ایک برتن میں بھری ہوئی گیس خود بخود ایک کونے میں نہیں سکڑے گی اور نہ ہی کاربن ڈائی آکسائڈ خود بخود کاربن اور ڈائی آکسیجن تشکیل دے گی۔ ایسی اور بہت سی دوسری خود بخود ہونے والی تبدیلیاں صرف ایک ہی سمت میں ہوتی ہیں۔ ہم پوچھ سکتے ہیں کہ خود بخود ہونے والی تبدیلیوں کے پیچھے کون سی قوت کارفرما ہے؟ ایک خود بخود تبدیلی کی سمت کا تعین کون کرتا ہے؟ اس حصہ میں، ہم ایسے عملوں کے لیے، آیا وہ ہوں گے یا نہیں کوئی عیار (Criterion) طے کریں گے۔

آیئے پہلے سمجھیں کہ ازخود تعامل یا تبدیلی کا کیا مطلب ہے۔ آپ اپنے عام مشاہدہ کی بنا پر سوچ سکتے ہیں کہ ایک ازخود تعامل وہ ہے جو متعاملات کے درمیان رابطہ (Contact) قائم ہوتے ہی، فوراً واقع ہوجاتا ہے۔ ہائڈروجن اور آکسیجن کے اتحاد (Combination) کو لیجیے۔ ان گیسوں کا ایک آمیزہ تیار کرکے کمرہ کے درجہ حرارت پر اگر کئی برسوں تک بھی رکھا رہنے دیا جائے تو کوئی قابلِ لحاظ تبدیلی نہیں ہوگی۔ حالانکہ، ان کے درمیان تعامل ہورہا ہے، لیکن اس کی شرح بہت ہی کم ہے۔ لیکن پھر بھی یہ ازخود تعامل کہلاتا ہے۔ یعنی کہ ازخودکاری کا مطلب ہے کہ بغیر کسی بیرونی ایجنسی کی مدد کے آگے بڑھنے کی صلاحیت ہونا۔ لیکن یہ تعامل یا عمل کی شرح کے بارے میں کچھ نہیں بتاتا۔ ازخود تعامل یا عمل کا دوسرا پہلو یہ ہے کہ ازخود تعامل یا عمل اپنے آپ اپنی سمت نہیں تبدیل کرسکتے۔ ہم اس کا خلاصہ اس طرح کرسکتے ہیں:

ازخودعمل ایک غیر رجعتی عمل (Irreversible Process) ہے اور اسے کسی بیرونی ایجنسی کے ذریعے ہی رجعتی (reversible) بنایا جاسکتا ہے۔

(a) کیا اینتھالپی میں کمی آنا، ازخود روی کا عیار ہے؟

اگر ہم ایسے مظاہر کو جانچیں، جیسے پہاڑی سے پانی کا نیچے بہنا یا ایک پتھر کا زمین پر گرنا، تو ہم پاتے ہیں کہ تبدیلی کی سمت میں، مضمر توانائی (Potential Energy) میں نیٹ کمی (Net Decrease) آتی ہے۔ اس مثال سے متاثر ہوکر ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ ایک کیمیائی تعامل ایک دی ہوئی سمت میں ازخود ہوتا ہے، کیونکہ توانائی میں کمی ہوتی ہے، جیسا کہ حرارت زا تعاملات میں ہوتا ہے۔ مثلاً

$$\frac{1}{2}N_2(g)\frac{3}{2}+H_2(g)=NH_3(g);$$

$$\Delta_rH^{\ominus}=-46.1\ kJ\ mol^{-1}$$

$$\frac{1}{2}H_2(g)+\frac{1}{2}Cl_2(g)=HCl\ (g);$$

$$\Delta_rH^{\ominus}=-92.32\ kJ\ mol^{-1}$$

$$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(l);$$

$$\Delta_rH^{\ominus}=-285.8\ kJ\ mol^{-1}$$

متعاملات سے ماحصلات تک پہنچنے میں، اینتھالپی میں آنے والی کمی، کسی بھی حرارت زا تعامل کے لیے ایک اینتھالپی ڈائیگرام کے ذریعے دکھائی جاسکتی ہے، جیسا کہ شکل (a)6.1 میں دکھایا گیا ہے۔

اس لیے یہ مفروضہ کہ ایک کیمیائی تعامل کے لیے، لگ رہی قوت، توانائی میں کمی کی وجہ سے ہوسکتی ہے، اب تک کے ثبوتوں کی بنیاد پر قابلِ توجیہ ہوسکتا ہے۔

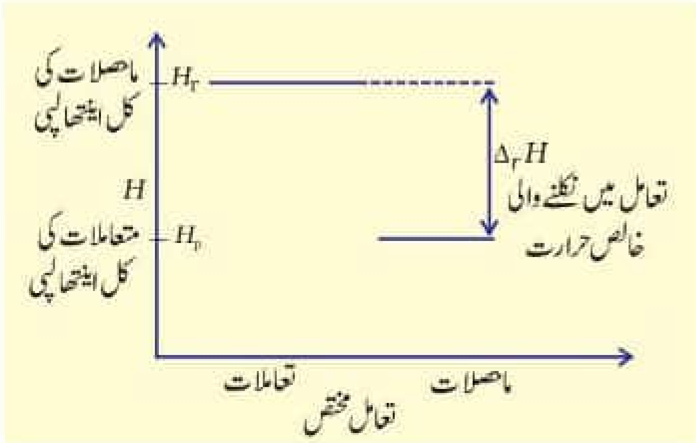
آیئے، اب مندرجہ ذیل تعاملات کو جانچیں:

$$\frac{1}{2}N_2(g)+O_2(g)\rightarrow NO_2(g);\ \Delta_rH^{\ominus}=+33.2kJmol^{-1}$$

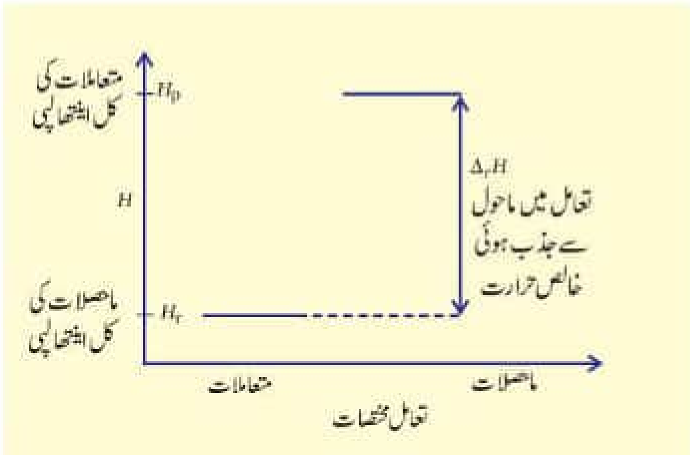
$$C(graphite,s)+2\ S(l)\rightarrow CS_2(l);$$

$$\Delta_rH^{\ominus}=+128.5\ kJ\ mol^{-1}$$

یہ تعاملات گو کہ حرارت خور ہیں، پھر بھی خود بخود ہونے والے تعاملات ہیں۔ اینتھالپی میں اضافہ ایک اینتھالپی ڈائیگرام کے ذریعے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ جیسا کہ شکل (b)6.10 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 6.10(a): حرارت زا تعاملات کے لیے اینتھالپی ڈائیگرام



شکل 6.10(b): حرارت خور تعاملات کے لیے اینتھالپی ڈائیگرام

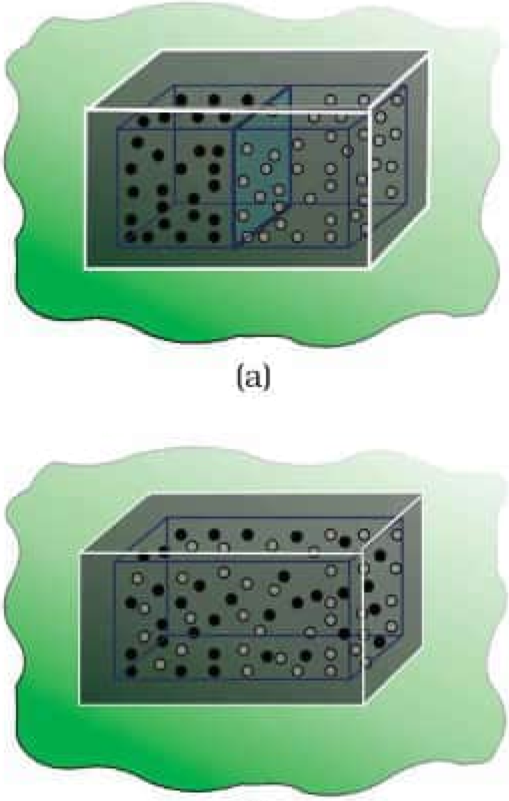
اس لیے، یہ ظاہر ہوجاتا ہے کہ اینتھالپی میں کمی آنا، ازخودروی کے عوامل میں سے ایک ہوسکتا ہے لیکن یہ ہرصورت میں صادق نہیں ہے۔

(b) انٹراپی اور ازخود روی

پھر ایک ازخود عمل کو دی ہوئی سمت میں کون لے جاتا ہے؟ آیئے ایک ایسی مثال لیں، جس میں $\Delta H = 0$ یعنی کہ اینتھالپی میں کوئی تبدیلی نہیں ہورہی ہو، پھر بھی عمل، ازخود ہو۔

آیئے، ایک ایسے برتن میں دو گیسوں کا نفوذ (Diffusion) دیکھیں جسے ماحول سے جدا کردیا گیا ہو۔ جیسا کہ شکل (6.11) میں دکھایا گیا ہے۔

دوگیسیں، فرض کیا A اور B بالترتیب کالے اور سفید نقطوں سے، ظاہر کی گئی ہیں، اور انھیں ایک متحرک دیوار (Movable Partition) کے ذریعے ایک دوسرے سے علیحدہ کردیا گیا ہے [شکل 6.11(a)]۔ جب دیوار کو ہٹا لیا جاتا ہے [شکل 6.11(b)]، تو گیسوں کا ایک دوسرے میں نفوذ شروع ہوجاتا ہے اور کچھ وقت کے بعد یہ نفوذ مکمل ہوجاتا ہے۔



(a)

(b)

شکل 6.11 دو گیسوں کا نفوذ

آیئے، اس عمل کو جانچیں۔ جب تک تقسیم کے لیے کی دیوار بنائی نہیں گئی تھی، اگر ہم بائیں برتن میں سے گیس کے سالمات اٹھاتے، تو ہم یقین سے کہہ سکتے تھے کہ یہ A گیس کے سالمات ہیں اور اسی طرح اگر ہم دائیں برتن میں سے گیس سالمات اٹھاتے تو بھی ہم یقین کے ساتھ کہہ سکتے تھے کہ یہ B گیس کے سالمات ہیں۔ لیکن جب بٹوارے کی دیوار ہٹا دی گئی، اب ہم یقین سے نہیں کہہ سکتے کہ اٹھائے جانے والے سالمات گیس A کے ہیں یا گیس B کے۔ ہم کہتے ہیں کہ اب نظام کم قابلِ پیشین گوئی ہے یا زیادہ درہم برہم ہے۔

اب ہم ایک مزید مفروضہ (Postulate) تشکیل دے سکتے ہیں:
ایک جدا کیے ہوئے (Isolated) نظام میں، نظام کی توانائی کا رجحان ہمیشہ یہ ہوتا ہے کہ وہ زیادہ بے ترتیب یا درہم برہم ہوجائے اور اسے ازخود تبدیلی کے لیے عیار مانا جاسکتا ہے۔

یہاں ہم ایک اور حرحرکیاتی تفاعل کو متعارف کراتے ہیں، جسے انٹراپی (Entropy) کہتے ہیں اور اسے S سے ظاہر کرتے ہیں۔ اوپر جس بے ترتیبی کا ذکر کیا گیا، وہ دراصل انٹراپی کا ظہور ہے۔ ایک ذہنی تصویر تشکیل دینے کے لیے، ہم تصور کرسکتے ہیں کہ انٹراپی، نظام کی

بے ترتیبی کے درجہ کی ناپ ہے۔ ایک جدا کیے ہوئے نظام میں جتنی بے ترتیبی زیادہ ہوگی، اس کی اینٹراپی بھی اتنی ہی زیادہ ہوگی۔ جہاں تک ایک کیمیائی تعامل کا تعلق ہے، یہ سمجھا جاسکتا ہے کہ اینٹراپی کی یہ تبدیلی، ایٹموں اور آینوں کی از سرِنو ترتیب کی وجہ سے ہے جو متعاملات کے ایک نمونے سے، ماحصلات کے دوسرے نمونے میں مرتب ہونے کی وجہ سے ہوتی ہے۔ اگر ماحصلات کی ساخت (Structure)، متعاملات کی ساخت کے مقابلے میں بہت زیادہ بے ترتیب ہے، تو اینٹراپی کے حاصل (Resultant) میں اضافہ ہوگا۔ ایک کیمیائی تعامل کے دوران ہونے والی اینٹراپی تبدیلی کا کیفیتی تخمینہ، تعامل میں حصّہ لینے والی انواع کی ساخت کو سامنے رکھ کر لگایا جاسکتا ہے۔ ساخت کی باقاعدگی (Regularity of Structure) میں کمی کا مطلب ہے اینٹراپی میں اضافہ۔ ایک دی ہوئی شے کے لیے، قلمی ٹھوس حالت (Crystalline Solid State) 'سب سے کم اینٹراپی (سب سے زیادہ منظّم حالت ہے۔) گیسی حالت، سب سے زیادہ اینٹراپی کی حالت ہے۔

آیئے، اب اینٹراپی کو مقداری شکل میں ظاہر کرنے کی کوشش کریں۔ سالمات میں بے ترتیبی کا درجہ یا توانائی کی درہم برہم تقسیم کا حساب لگانے کے لیے شماریاتی طریقوں (Statistical Methods) کا استعمال ہوسکتا ہے، جو اس درجہ کے معیار کے مطابق نہیں ہے۔ اسے آپ اعلیٰ درجات میں سیکھیں گے۔ دوسرا طریقہ یہ ہے کہ اس عمل کا ایک عمل میں خارج ہونے والی حرارت سے رشتہ قائم کیا جائے، جو اینٹراپی کو ایک حرحرکیاتی تصور بنا دے گا۔ اینٹراپی کسی بھی دوسری حرحرکیاتی خاصیت، جیسے داخلی توانائی U یا اینتھالپی H کی طرح ایک حالت تفاعل ہے اور ΔH راستہ پر منحصر نہیں ہے۔

جب بھی کسی نظام میں حرارت داخل کی جاتی ہے، یہ سالماتی حرکات میں اضافہ کردیتی ہے، جس کی وجہ سے نظام کی بے ترتیبی میں اضافہ ہوجاتا ہے۔ اس لیے، حرارت **q** نظام میں بے ترتیبی اثر پیدا کرتی ہے۔ کیا اب ہم ΔS اور q میں مساوات لکھ سکتے ہیں؟ انتظار کیجیے۔ تجربہ بتاتا ہے کہ حرارت کی تقسیم اس درجہ حرارت پر بھی منحصر ہے، جس پر حرارت نظام میں داخل کی گئی ہے۔ اس نظام میں جو مقابلتاً زیادہ درجہ حرارت پر ہے، کم درجہ حرارت والے نظام کے مقابلے میں، زیادہ بے ترتیبی ہوتی ہے۔ اس لیے، درجہ حرارت نظام میں ذرات کی اوسط بے ترتیب حرکت کی پیائش ہے۔ اس لیے، ایک نظام میں مقابلتاً کم درجہ حرارت پر شامل کی گئی حرارت کی ایک مقدار، زیادہ درجہ حرارت پر شامل کی گئی یکساں مقدار کے مقابلے میں زیادہ بے ترتیبی پیدا کرے گی۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ اینٹراپی تبدیلی، درجہ حرارت کے مقلوب متناسب (Inversely Proportional) ہے۔

ایک رجعتی تعامل کے لیے، ΔS کا q اور T سے رشتہ ہے:

$$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$$

ایک از خود عمل کے لیے، نظام اور ماحول کی اینٹراپی تبدیلی (ΔS_{total}) دی جاتی ہے۔

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{system} + \Delta S_{surr} > 0 \qquad (6.19)$$

جب ایک نظام حالتِ توازن میں ہوتا ہے، تو اینٹراپی ازحد (Maximum) ہوتی ہے، اور اینٹراپی تبدیلی، $\Delta S = 0$

ہم کہہ سکتے ہیں کہ ایک از خود عمل کے لیے اینٹراپی بڑھتی ہے؛ یہاں تک کہ وہ ازحد ہوجاتی ہے اور حالتِ توازن میں اینٹراپی تبدیلی صفر ہوتی ہے۔ کیونکہ اینٹراپی ایک حالت خاصیت ہے، ہم ایک رجعتی تعامل کی اینٹراپی میں تبدیلی کا حساب مندرجہ ذیل طریقے سے لگا سکتے ہیں:

$$\Delta S_{sys} = \frac{q_{sys,rev}}{T}$$

ہم پاتے ہیں کہ ایک مثالی گیس کے رجعتی اور غیر رجعتی دونوں قسم کے پھیلاؤ کے لیے $\Delta U = 0$ لیکن ΔS_{total} یعنی کہ $\Delta S_{sys} + \Delta S_{surr}$ غیر رجعتی عمل کے لیے صفر نہیں ہے۔ اس لیے ΔU رجعتی اور غیر رجعتی عملوں میں تفریق نہیں کرتا جبکہ ΔS کرتا ہے۔

مسئلہ 6.9

پیشین گوئی کیجیے کہ مندرجہ ذیل میں سے کس میں اینٹراپی میں اضافہ ہوگا/کمی ہوگی۔

(i) ایک مائع کی ٹھوس میں قلم سازی۔

(ii) ایک قلمی ٹھوس کا درجہ حرارت 0 K سے بڑھا کر 115K کر دیا جاتا ہے۔

(iii) $2NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$

(iv) $H_2(g) \rightarrow 2H(g)$

حل

(i) جمنے کے بعد، سالمات ایک مرتب حالت اختیار کرلیتے ہیں، اس لیے اینٹراپی کم ہوگی۔

(ii) 0 K پر، اجزائے ترکیبی ذرات ساکت ہوتے ہیں اور اینٹراپی کم ترین (Minimum) ہوتی ہے۔ اگر درجہ حرارت 115K تک بڑھا دیا جائے، تو یہ ذرات حرکت کرنا اور لیٹس میں اپنی توازنی حالتوں کے گرد اہتزاز کرنا شروع کردیتے ہیں اور نظام زیادہ بے ترتیب ہوجاتا ہے، اس لیے اینٹراپی میں اضافہ ہوگا۔

(iii) متعامل، $NaHCO_3$ ایک ٹھوس ہے اور اس کی اینٹراپی کی قدر کم ہے۔ ماحصلات میں، ایک ٹھوس ہے اور دو گیسیں ہیں، اس لیے ماحصلات مقابلتاً زیادہ اینٹراپی کی حالت ظاہر کرتے ہیں۔

(iv) یہاں ایک سالمہ سے دو ایٹم حاصل ہوتے ہیں، یعنی کہ ذرات کی تعداد میں اضافہ ہوتا ہے، جو زیادہ بے ترتیب حالت کی طرف لے جاتا ہے۔ H کے دو ایٹموں کی اینٹراپی، ڈائی ہائڈروجن کے ایک سالمات کی اینٹراپی کے مقابلے میں زیادہ ہوگی۔

مسئلہ 6.10

لوہے کی تکسید کے لیے:

$$4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$$

اینٹراپی تبدیلی $-549.4 JK^{-1}mol^{-1}$ ہے۔ باوجود کہ اس تعامل کی اینٹراپی تبدیلی منفی ہے، 298K پر یہ ازخود تعامل کیوں ہے؟ (اس تعامل کے لیے $\Delta_r H^\ominus$ کی قدر $(-1648 \times 10^3 Jmol^{-1})$

حل

ہم ایک تعامل کے ازخود ہونے کا فیصلہ:

$\Delta S_{total} (\Delta S_{sys} + \Delta S_{surr})$ سے کرتے ہیں۔

ΔS_{surr} کا حساب لگانے کے لیے ہمیں اطراف کے ذریعے جذب کی گئی حرارت کو مدنظر رکھنا ہوگا، جو $(-\Delta_r H^\ominus)$ کے مساوی ہے۔ درجہ حرارت T پر، ماحول کی اینٹراپی تبدیلی ہے:

$$\Delta S_{surr} = -\frac{\Delta_r H^\ominus}{T} \text{ (مستقل دباؤ پر)}$$

$$= -\frac{(-1648 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1})}{298 \text{ K}}$$

$$= 5530 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

اس لیے، اس تعامل کے لیے کل اینٹراپی تبدیلی:

$$\Delta_r S_{total} = 5530 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} + (-549.4 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1})$$

$$= 4980.6 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

یہ ظاہر کرتا ہے کہ مندرجہ بالا تعامل ایک ازخود تعامل ہے۔

(c) گبس توانائی اور ازخود روی

ہم دیکھ چکے ہیں کہ یہ کل اینٹراپی تبدیلی (ΔS_{total}) ہے جو کسی تعامل کے ازخود ہونے کا فیصلہ کرتی ہے۔ لیکن زیادہ تر کیمیائی تعاملات یا تو 'بند نظام' یا 'کھلے نظام' کے زمرے میں آتے ہیں۔ اس لیے زیادہ تر کیمیائی تعاملات میں اینتھالپی اور اینٹراپی دونوں تبدیل ہوتی ہیں۔ پچھلے سیکشنوں میں کی گئی بحث سے یہ صاف ہوجاتا ہے کہ صرف نہ تو اینتھالپی میں کمی اور نہ ہی اینٹراپی میں اضافہ، ان نظاموں کے لیے خود بخود تبدیلی کی سمت کا تعین کرتے ہیں۔

اس مقصد کے لیے، ہم ایک نئے حرحرکیاتی تفاعل کی تعریف کرتے ہیں، جو گبس توانائی یا گبس تفاعل G (Gibbs function) کہلاتا ہے:

$$G = H - TS \quad (6.20)$$

گبس تفاعل G ایک وسیع خاصیت (extensive property) ہے اور ایک حالت تفاعل ہے۔

نظام کے لیے، گبس توانائی میں تبدیلی، مندرجہ ذیل طریقے سے لکھی جاسکتی ہے:

$$\Delta G_{sys} = \Delta H_{sys} - T\Delta S_{sys} - S_{sys}\Delta T$$

مستقل درجہ حرارت پر $\Delta T = 0$

$$\therefore \Delta G_{sys} = \Delta H_{sys} - T\Delta S_{sys}$$

عام طور سے زیریں علامت 'system' نہیں لکھی جاتی اور ہم سادہ شکل میں مساوات لکھتے ہیں:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (6.21)$$

اینٹراپی تبدیلی × درجہ حرارت - اینتھالپی تبدیلی = گبس توانائی تبدیلی، اور اسے گبس مساوات کہتے ہیں، جو کہ کیمسٹری کی اہم ترین

مساواتوں میں سے ایک ہے۔ یہاں ہم نے ازخودروی کے لیے دونوں ارکان کو ایک ساتھ لیا ہے: توانائی (ΔH کی شکل میں) اور اینٹراپی (ΔS بے ترتیبی کی پیائش)، جیسا کہ اوپر بتایا جاچکا ہے۔ اگر ہم ابعادی طور پر تجزیہ کریں، تو ہم پاتے ہیں کہ ΔG کی اکائی، توانائی کی اکائی ہے، اس لیے کہ ΔH اور $T\Delta S$ دونوں توانائی ارکان ہیں۔ کیونکہ:

$$T\Delta S = (K)\left(\frac{J}{K}\right) = J$$

آیئے اب دیکھیں کہ ΔG کا تعامل کی ازخودروی سے کیا رشتہ ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{sys} + \Delta S_{surr}$$

اگر نظام اپنے اطراف کے ساتھ حرارتی توازن میں ہے تو ماحول کا درجہ حرارت اور نظام کا درجہ حرارت یکساں ہے۔ مزید ماحول کی اینتھالپی میں اضافہ، نظام کی حرارت نوعی میں کمی کے برابر ہے۔

اس لیے، ماحول کی اینٹراپی تبدیلی:

$$\Delta S_{surr} = \frac{\Delta H_{surr}}{T} = -\frac{\Delta H_{sys}}{T}$$

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{sys} + \left(-\frac{\Delta H_{sys}}{T}\right)$$

مندرجہ بالا مساوات کو دوبارہ ترتیب دینے پر

$$T\Delta S_{total} = T\Delta S_{sys} - \Delta H_{sys}$$

ازخودعمل کے لیے، $\Delta S_{total} > 0$ اس لیے،

$$T\Delta S_{sys} - \Delta_{sys} > 0$$

$$\Rightarrow -(\Delta H_{sys} - T\Delta S_{sys}) > 0$$

مساوات 6.21 استعمال کرنے پر، مندرجہ بالا مساوات لکھی جاسکتی ہے۔

$$-\Delta G > O$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S < O \qquad (6.22)$$

ΔH_{sys} ایک تعامل کی اینتھالپی تبدیلی ہے۔ $T\Delta S_{sys}$ وہ توانائی ہے جو کہ مفید کام کرنے کے لیے دستیاب نہیں ہے۔ اس لیے ΔG وہ خالص توانائی ہے جو کہ مفید کام کرنے کے لیے دستیاب ہے اور اس لیے آزادتوانائی (Free Energy) کی پیائش ہے۔ اس لیے، اسے تعامل کی آزادتوانائی (Free Energy of the Reaction) بھی کہتے ہیں۔

ΔG مستقل دباؤ اور درجہ حرارت پر، ازخودروی کا عیار (Criteria) مہیا کرتی ہے۔

(i) اگر ΔG منفی ہے (<O)، تو عمل ازخود ہے۔

(ii) اگر ΔG مثبت ہے (>O)، تو عمل ازخود نہیں ہے۔

نوٹ: اگر ایک تعامل کی اینتھالپی تبدیلی اور اینٹراپی تبدیلی مثبت ہو، تو وہ اس وقت ازخود ہوسکتا ہے جبکہ $T\Delta S$ اتنی زیادہ ہو کہ ΔH سے بڑھ جائے۔ یہ دوطرح سے ہوسکتا ہے: (a) نظام کی مثبت اینٹراپی تبدیلی کی قدر کم ہو، جس صورت میں T کا بڑا ہونا لازمی ہے۔

(b) نظام کی مثبت اینٹراپی تبدیلی کی قدر بڑی ہوسکتی ہے۔ ایسی صورت میں T کم ہوسکتا ہے۔ اول الذکران وجوہات میں سے ایک ہے، جن وجوہات کی بنا پر تعاملات عام طور سے زیادہ درجہ حرارت پر کیے جاتے ہیں۔ جدول 6.4 میں تعاملات ازخودروی پر درجہ حرارت کے اثر کا خلاصہ پیش کیا گیا ہے۔

6.7 گبس توانائی تبدیلی اور توازن (Gibbs Energy Change and Equilibrium)

ہم دیکھ چکے ہیں کہ ایک کیمیائی تعامل کی آزادتوانائی تبدیلی کی علامت اور عددی قدر کی معلومات کس طرح مندرجہ ذیل میں مدد کرتی ہے۔

(i) کیمیائی تعامل کی ازخودروی کی پیشین گوئی۔

(ii) اس سے اخذ کیے جاسکنے والے کارآمد کام کی پیشین گوئی۔

اب تک ہم نے غیر رجعتی تعاملات میں آزادتوانائی تبدیلیاں ملاحظہ کی ہیں۔ آیئے اب رجعتی تعاملات میں آزادتوانائی تبدیلیوں کا معائنہ کریں۔

بالکل درست حرحرکیاتی معنوں میں، رجعتی ایک ایسے عمل کو کرنے کا ایک خاص طریقہ ہے، جس میں کہ نظام ہر وقت اپنے ماحول کے ساتھ مکمل توازن میں رہتا ہے۔ اصطلاح رجعتی یہ نشاندہی کرتی ہے کہ دیا ہوا تعامل دونوں سمتوں میں سے ہر ایک میں بہ یک وقت ہوسکتا ہے، اس طرح ایک حرکیاتی توازن (Dynamic Equilibrium) قائم ہوجاتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ دونوں سمتوں میں تعاملات اس طرح آگے بڑھنے چاہئیں کہ آزادتوانائی میں کمی ہو، جو ناممکن ہے۔ یہ اسی وقت ممکن

ہے، جبکہ حالت توازن پر نظام کی آزاد توانائی کم سے کم ہو۔ اگر ایسا نہیں ہوگا، تو نظام خودبخود کم آزاد توانائی کے تشکل (Configuration) میں تبدیل ہوجائے گا۔

اسی لیے، توازن کا عیار ہے:

$$A + B \rightleftharpoons C + D;\ \Delta_rG = 0$$

ایک تعامل کے لیے، جس میں تمام متعاملات اور ماحصلات اپنی معیاری حالت میں ہوں، گبس توانائی $\Delta_rG^\ominus$ اور تعامل کے توازن مستقل کے مابین رشتہ ہے:

$$0 = \Delta_rG^\ominus + RT\ \ln K$$

یا $$\Delta_rG^\ominus = -RT\ \ln K$$

یا $$\Delta_rG^\ominus = -2.303RT \log K \quad (6.23)$$

ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ:

$$\Delta_rG^\ominus = \Delta_rH^\ominus - T\Delta_rS^\ominus = -RT\ \ln K \quad (6.24)$$

بہت زیادہ حرارت خور (Strongly endothermic) تعاملات کے لیے، $\Delta_rH^\ominus$ کی قدر بڑی اور مثبت ہوسکتی ہے۔ ایسی صورت میں، K کی قدر 1 سے بہت کم ہوگی اور تعامل میں کچھ زیادہ ماحصلات کی تشکیل کا امکان نہیں ہے۔ حرارت زا تعاملات میں، $\Delta_rH^\ominus$ کی قدر زیادہ اور منفی ہوتی ہے اور $\Delta_rG^\ominus$ کی قدر بھی زیادہ اور منفی ہونے کا امکان ہے۔ ایسی صورت میں K، 1 سے بہت بڑا ہوگا۔ ہم امید کرسکتے ہیں کہ بہت زیادہ حرارت زا تعاملات میں K زیادہ ہوگا اور یہ تعاملات اپنے اختتام کے قریب پہنچ جائیں گے۔ اگر ایک تعامل کی اینٹراپی تبدیلیوں کا بھی لحاظ رکھا جائے تو $\Delta_rG^\ominus$، $\Delta_rS^\ominus$ پر بھی منحصر ہے، اس لیے $\Delta_rS^\ominus$ کے منفی یا مثبت ہونے سے بھی K کی قدر یا کیمیائی تعامل کی وسعت متاثر ہوگی۔

مساوات 6.24 استعمال کرتے ہوئے:

(i) $\Delta H^\ominus$ اور $\Delta S^\ominus$ کی پیمائشوں سے $\Delta G^\ominus$ کا تخمینہ کرنا ممکن ہے اور پھر ماحصلات کو کیفیتی طور پر حاصل کرنے کے لیے کسی بھی درجہ حرارت T پر K کی تحسیب کی جاتی ہے۔

(ii) اگر تجربہ گاہ میں K کی براہِ راست پیمائش کی جاتی ہے تو کسی بھی دوسرے درجہ حرارت پر $\Delta G^\ominus$ کا حساب لگایا جاسکتا ہے۔

مسئلہ 6.11

آکسیجن کو اوزون میں تبدیل کرنے کے لیے: 298K پر، $\Delta_rG^\ominus$ کا حساب لگائیے۔

$$\frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow O_3(g)$$

اگر اس تبدیلی کے لیے $K_p = 2.47 \times 10^{-29}$kg ہے۔

حل

ہم جانتے ہیں:

$$\Delta_rG^\ominus = -2.303\ RT \log K_p,$$

$$R = 8.314\ JK^{-1}\ mol^{-1}$$

جدول 6.4: تعاملات کی ازخودروی پر درجہ حرارت کا اثر

$\Delta_rH^\ominus$	$\Delta_rS^\ominus$	$\Delta_rG^\ominus$	تفصیل*
-	+	–	تعامل درجہ حرارت کی تمام قدروں پر ازخود ہے
-	-	(کم پر)	تعامل درجہ حرارت کی کم قدر پر ازخود ہے
-	-	(اونچے T پر)	تعامل درجہ حرارت کی اونچی قدر پر غیر ازخود ہے
+	+	(کم T پر)	تعامل درجہ حرارت کی کم قدر پر غیر ازخود ہے
+	+	(اونچے T پر)	تعامل درجہ حرارت کی اونچی قدر پر ازخود ہے
+	-	(T کی تمام قدروں پر)	تعامل درجہ حرارت کی تمام قدروں پر غیر ازخود ہے

* (اصطلاح کم درجہ حرارت اور بہت زیادہ درجہ حرارت اضافی (Relative) ہیں۔ ایک مخصوص تعامل کے لیے، بہت زیادہ درجہ حرارت کا مطلب کمرہ کا درجہ حرارت بھی ہوسکتا ہے۔)

اس لیے

$$\Delta_r G^\ominus = -2.303\,(8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}) \times (298\ K)\ (\log 2.47 \times 10^{-29})$$

$$= 163000\ Jmol^{-1}$$

$$= 163\ kJmol^{-1}$$

مسئلہ 6.12

298K پر مندرجہ ذیل تعامل کے لیے توازن مستقلہ کی قدر معلوم کیجیے۔

$$2NH_3(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons NH_2CONH_2(aq) + H_2O(l)$$

دیے ہوئے درجہ حرارت پر معیاری گبس توانائی تبدیلی، $\Delta_r G^\ominus$، $(-13.6\ kJmol^{-1})$ ہے۔

حل

ہم جانتے ہیں: $\log K = \dfrac{-\Delta_r G^\ominus}{2.303RT}$

$$= \frac{(-13.6 \times 10^3\ J\ mol^{-1})}{2.303\,(8.314\ JK^{-1}\ mol^{-1})\,(298\,K)}$$

$$= 2.38$$

اس لیے $K = \text{antilog}\,2.38 = 2.4 \times 10^2$

مسئلہ 6.13

60°C پر ڈائی نائٹروجن ٹیٹرا آکسائڈ کا 50 فی صد افتراق ہوتا ہے۔ اس درجہ حرارت اور ایک فضائی دباؤ پر معیاری آزاد توانائی تبدیلی کا حساب لگائیے۔

حل

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

اگر N_2O_4 کا افتراق 50% ہے تو دونوں اشیا کی مول کسر مندرجہ ذیل ہے۔

$$x_{N_2O_4} = \frac{1-0.5}{1+0.5}\ ;\ x_{NO_2} = \frac{2 \times 0.5}{1+0.5}$$

$$p_{N_2O_4} = \frac{0.5}{1.5} \times 1\ atm,\ \ p_{NO_2} = \frac{1}{1.5} \times 1\ atm.$$

توازن مستقلہ K_p مندرجہ ذیل ہے:

$$K_p = \frac{(p_{NO_2})^2}{p_{N_2O_4}} = \frac{1.5}{(1.5)^2\ (0.5)}$$

$$= 1.33\ atm$$

کیونکہ

$$\Delta_r G^\ominus = -RT\ \ln K_p$$

$$\Delta_r G^\ominus = (-8.314\ JK^{-1}\ mol^{-1}) \times (333\ K)$$

$$\times (2.303) \times (0.1239) = -763.8\ kJ\ mol^{-1}$$

خلاصہ

حرحرکیات میں کیمیائی اور طبعی عملوں کے دوران ہونے والی توانائی تبدیلیوں کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ حرحرکیات ہمیں اس لائق بناتی ہے کہ ان تبدیلیوں کا مقداری مطالعہ کرسکیں اور کارآمد پیشین گوئیاں کرسکیں۔ ان مقاصد کے لیے ہم کائنات کو'نظام' اور'اطراف' میں تقسیم کرتے ہیں۔ کیمیائی یا طبعی عملوں میں V حرارت (q) کا یا تو اخراج ہوتا ہے یا پھر انجذاب ہوتا ہے، جس کا ایک جزو کام w میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ یہ مقداریں حرحرکیات کے پہلے قانون کے ذریعے آپسی رشتے میں منسلک ہیں: $(\Delta U = q + w)$ – ΔU داخلی توانائی میں تبدیلی، صرف آغازی اور اختتامی حالتوں پر منحصر ہے اور ایک حالت تفاعل ہے، جبکہ q اور w راستے پر منحصر ہیں اور حالت تفاعلات نہیں ہیں۔ ہم q اور w کے لیے علامت قرارداد کا استعمال اس طرح کرتے ہیں کہ ان مقداروں کو مثبت علامت اس وقت دی جاتی ہے جب یہ نظام میں داخل (جمع) ہوتی ہیں۔ ہم ایک نظام سے دوسرے نظام میں منتقل ہونے والی حرارت کی پیائش کرسکتے ہیں جو کہ درجہ حرارت میں تبدیلی کا باعث ہوتی ہے۔ درجہ حرارت میں اضافہ کی عددی قدر، شے کی حرارت گنجائش (C) پر منحصر ہے۔ اسی لیے خارج ہونے والی یا جذب ہونے والی حرارت: $(q = C\Delta T)$۔ گیسوں کے پھیلنے کی صورت میں کام کی پیائش کی جاسکتی ہے۔: $(w = -p_{ex}\Delta V)$۔ رجعتی عملوں میں، حجم کی لاانتہا خفیف تبدیلیوں کے لیے، ہم $p_{ex} = p$ رکھ سکتے ہیں اور اس طرح: $w_{rev} = -pdV$

اس حالت میں ہم گیس مساوات: $pV = nRT$ استعمال کرسکتے ہیں۔

مستقل حجم پر، W=0 تب: $\Delta U = q_V$ یعنی کہ مستقل حجم پر حرارت منتقلی۔ لیکن کیمیائی تعاملات کے مطالعے میں عام طور پر دباؤ مستقل ہوتا ہے۔ ہم ایک اور حالت تفاعل، اینتھالپی کی تعریف کرتے ہیں۔ اینتھالپی تبدیلی، $\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$ براہِ راست، مستقل دباؤ پر حرارتی تبدیلیوں سے معلوم کی جاسکتی ہے $\Delta H = q_p$

اینتھالپی تبدیلیوں کی کئی قسمیں ہیں۔ ہیئت کی تبدیلیاں، جیسے گداخت، تبخیر اور تصعید عام طور سے مستقل درجہ حرارت پر ہوتی ہیں اور انھیں اینتھالپی تبدیلیوں کے ذریعے متعین کیا جاسکتا ہے، جو کہ ہمیشہ مثبت ہوتی ہیں۔ تشکیل کی حرارتِ نوعی، احتراق کی اینتھالپی اور دوسری اقسام کی اینتھالپی تبدیلیوں کی تحسیب ہیس کے قانون کے ذریعے کی جاسکتی ہے۔ کیمیائی تعاملات کے لیے اینتھالپی کی تحسیب کی جاسکتی ہے:

$$\Delta_r H = \sum_f \left(a_i \Delta_f H_{\text{products}}\right) - \sum_i \left(b_i \Delta_f H_{\text{reactions}}\right)$$

$$\Delta_r H^\ominus = \sum \text{(متعاملات کی بندشی اینتھالپی)} - \sum \text{(متعاملات کی بندشی اینتھالپی)}$$

حرحرکیات کا پہلا قانون، کیمیائی تعاملات کی سمت کے بارے میں ہماری رہنمائی نہیں کرتا۔ یعنی کہ، یہ نہیں بتاتا کہ ایک کیمیائی تعامل کے پیچھے کون سی قوت کارفرما ہے۔ جدا کیے ہوئے (منفرد) نظاموں کے لیے: $\Delta U = 0$۔ اسی مقصد کے لیے ہم ایک اور حالت تفاعل، اینٹراپی S کو معرف کرتے ہیں۔ اینٹراپی، بے ترتیبی کی پیائش ہے۔ ایک ازخود تبدیلی کے لیے، کل اینٹراپی تبدیلی مثبت ہوتی ہے۔ اس لیے، ایک جدا کیے ہوئے (منفرد) نظام کے لیے: $\Delta U = 0,\ \Delta S > 0$، اس طرح اینٹراپی تبدیلی ایک ازخود تبدیلی میں امتیاز کرتی ہے جبکہ توانائی تبدیلی نہیں کرتی۔ اینٹراپی تبدیلی، مساوات: $\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$ کے ذریعے ایک رجعتی عمل کے لیے، ناپی جاسکتی ہے۔ $\frac{q_{rev}}{T}$ راستے پر منحصر نہیں ہے۔

کیمیائی تعاملات عام طور سے مستقل دباؤ پر کیے جاتے ہیں۔ اس لیے، ہم ایک اور حالت تفاعل، 'G' گبس توانائی کو معرف کرتے ہیں، جو کہ اینٹراپی اور اینتھالپی تبدیلیوں سے مساوات:

$\Delta_r G = \Delta_r H - T\Delta_r S$ کے ذریعے منسلک ہے۔

ایک ازخود تبدیلی کے لیے: $\Delta G_{sys} < 0$ اور توازن پر $\Delta G_{sys} = 0$ معیاری گبس توانائی تبدیلی کا توازن مستقل سے رشتہ ہے، مساوات:

$$\Delta_r G^\ominus = -RT \ln K$$

اس مساوات کے ذریعے K کی تحسیب کی جاسکتی ہے، اگر ہمیں $\Delta_r G^\ominus$ معلوم ہو، جو کہ $\Delta_r G^\ominus = \Delta_r H^\ominus - T\Delta_r S^\ominus$ کے ذریعے معلوم کی جاسکتی ہے۔ درجہ حرارت اس مساوات میں ایک اہم جز ہے۔ کئی تعاملات جو غیر ازخود ہیں، ان نظاموں کے لیے جن کے تعامل کی اینٹراپی مثبت ہے، اونچے درجہ حرارت پر ازخود بنائے جاسکتے ہیں۔

مشق

6.1 درست جواب منتخب کیجیے۔ ایک حرحرکیاتی حالت تفاعل وہ مقدار ہے۔

(i) جو حرارتی تبدیلیاں معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔

(ii) جس کی قدر راستے پر منحصر نہیں ہے۔

(iii) جو دباؤ۔ حجم کام معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔

(iv) جس کی قدر صرف درجہ حرارت پر منحصر ہے۔

6.2 ایک عمل کے ایڈیابیٹک حالت میں واقع ہونے کے لیے، درست شرط ہے:

(i) $\Delta T = 0$

(ii) $\Delta p = 0$

(iii) $q = 0$

(iv) $w = 0$

6.3 تمام عناصر کی اینتھالپی قدریں، ان کی معیاری حالتوں میں، ہوتی ہیں۔ ہر عنصر کے لیے مختلف

(i) وحدت (اکائی)

(ii) صفر

(iii) < 0

(iv) ہر عنصر کے لیے مختلف

6.4 میتھین (Methane) کے احتراق کے لیے $\Delta U^\ominus$ ہے $(-\times \text{kJmol}^{-1})$ ہے: $\Delta H^\ominus$ کی قدر ہے۔

(i) $= \Delta U^\ominus$

(ii) $> \Delta U^\ominus$

(iii) $< \Delta U^\ominus$

(iv) $= 0$

6.5 298 K پر میتھین، گریفائٹ اور ڈائی ہائڈروجن کی احتراق کی اینتھالپی قدریں، بالترتیب، -890.3kJmol^{-1} -393.5kJmol^{-1} اور -285.8kJmol^{-1} ہیں۔ $CH_4(g)$ کی تشکیل کی اینتھالپی ہوگی:

(i) -74.8 kJmol^{-1}

(ii) -52.27 kJmol^{-1}

(iii) $+74.8\,kJmol^{-1}$

(iv) $+52.26\,kJmol^{-1}$

6.6 ایک تفاعل: $A + B \rightarrow C + D + q$ کی اینٹراپی تبدیلی، مثبت ہے۔ تعامل

(i) اونچے درجہ حرارت پر ممکن ہوگا

(ii) صرف کم درجہ حرارت پر ممکن ہوگا

(iii) کسی بھی درجہ حرارت پر ممکن نہیں

(iv) ہر ایک درجہ حرارت پر ممکن ہے۔

6.7 ایک عمل میں، ایک نظام کے ذریعے 701J حرارت جذب ہوتی ہے اور نظام کے ذریعے 394J. کام کیا جاتا ہے۔ اس عمل کے لیے، داخلی توانائی میں تبدیلی کتنی ہے؟

6.8 سیانا مائڈ $NH_2CN(S)$ کا تعامل، بم کیلوری میٹر میں، ڈائی آکسیجن سے کرایا گیا اور 298 K پر، ΔU کی قدر $-742.7\,kJmol^{-1}$ معلوم ہوئی۔ 298K پر تعامل کے لیے اینتھالپی تبدیلی کا حساب لگائیے۔

$$NH_2CN(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow N_2(g) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

6.9 60g ایلومینیم کا درجہ حرارت 35°C سے 55°C تک بڑھانے کے لیے درکار حرارت کے kJ کی تعداد کا حساب لگائیے۔ ایلومینیم (Al) کی مولر حرارتی گنجائش $24\,Jmol^{-1}\,K^{-1}$ ہے۔

6.10 پانی کے 1 مول کو 10°C سے -10°C پر جمانے میں اینتھالپی تبدیلی کا حساب لگائیے۔ $\Delta_{fus}H = 6.03\,kJmol^{-1}$ (0°C)

$$C_p[H_2O(l)] = 75.3\,Jmol^{-1}k^{-1}$$

$$C_p[H_2O(s)] = 36.8\,Jmol^{-1}k^{-1}$$

6.11 کاربن کے CO_2 میں احتراق کی اینتھالپی، $-393.5\,kJmol^{-1}$ ہے۔ کاربن اور ڈائی آکسیجن گیس سے CO_2 کے 35.2 گرام کی تشکیل میں خارج ہونے والی حرارت کا حساب لگائیے۔

6.12 $CO(g)$، $CO_2(g)$، $N_2O(g)$ کی تشکیل کی اینتھالپی قدریں، بالترتیب، -110، -393، 81 اور $9.7\,kJmol^{-1}$ ہیں۔ تعامل: $N_2O_4(g) + 3CO(g) \rightarrow N_2O(g) + 3CO_2(g)$ کے لیے $\Delta_r H^\ominus$ کی قدر معلوم کیجیے۔

6.13 دیا ہے $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ ؛ $\Delta_r H^\ominus = -92.4\,kJmol^{-1}$، $NH_3(g)$ گیس کی تشکیل کی معیاری اینتھالپی کیا ہے؟

6.14 مندرجہ ذیل آنکڑوں سے $CH_3OH(l)$ کی تشکیل کی معیاری اینتھالپی کا حساب لگائیے:

$$CH_3OH(l) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

$$\Delta_r H^\ominus = -726\,kJmol^{-1}$$

$$C(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)\ ;\ \Delta_c H^\ominus = -393\,kJmol^{-1}$$

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l); \Delta_f H^\ominus = -286\,kJ\,mol^{-1}$$

6.15 عمل: $CCl_4(g) \rightarrow C(g) + 4Cl(g)$ کے لیے اینتھالپی تبدیلی کا حساب لگائیے اور $CCl_4(g)$ میں $C-Cl$ کی بندش اینتھالپی معلوم کیجیے۔

$$\Delta_{vap}H^{\ominus}(CCl_4) = 30.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^{\ominus}(CCl_4) = -135.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(جہاں $\Delta_a H^{\ominus}$ ایٹومائزیشن کی اینتھالپی ہے)

$$\Delta_a H^{\ominus}(C) = 715.0 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_a H^{\ominus}(Cl_2) = 242 \text{ kJ mol}^{-1}$$

6.16 ایک جدا کیے ہوئے (منفرد) نظام کے لیے، $\Delta U = 0$، ΔS کی قدر کیا ہوگی؟

6.17 298K پر تعامل: $2A + B \rightarrow C$ کے لیے: $\Delta H = 400 \text{ kJmol}^{-1}$ ، $\Delta S = 0.2 \text{ kJ K}^{-1}\text{mol}^{-1}$
اگر ΔH اور ΔS کو متعلقہ درجہ حرارت پر مستقل مان لیا جائے، تو کس درجہ حرارت پر تعامل ازخود ہو جائے گا؟

6.18 تعامل: $2Cl(g) \rightarrow Cl_2(g)$ کے لیے ΔH اور ΔS کی علامتیں کیا ہوں گی؟

6.19 تعامل $2A(g) + B(g) \rightarrow 2D(g)$ کے لیے $\Delta U^{\ominus} = -10.5 \text{kJ}$ اور $\Delta S^{\ominus} = -44.1 \text{JK}^{-1}$، تعامل کے لیے $\Delta G^{\ominus}$ کا حساب لگائیے اور پیشین گوئی کیجیے کہ تعامل ازخود ہوگا یا نہیں۔

6.20 ایک تعامل کے لیے توازن مستقلہ 10 ہے۔ $\Delta G^{\ominus}$ کی قدر کیا ہوگی؟ $R = 8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ، $T = 300K$

6.21 $NO(g)$ کے حرحرکیاتی استحکام پر تبصرہ کیجیے۔ دیا ہے۔

$$\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow NO(g) : \Delta_r H^{\ominus} = 90 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$NO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow NO_2(g) : \Delta_r H^{\ominus} = -74 \text{ kJ mol}^{-1}$$

6.22 اطراف میں اینتھالپی تبدیلی کا حساب لگائیے جبکہ معیاری حالات میں، $H_2O(l)$ کے 1.00 مول تشکیل پاتے ہیں۔

$$\Delta_f H^{\ominus} = -286 \text{kJmol}^{-1}$$

اکائی 7

توازن

(Equilibrium)

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- طبیعی اور کیمیائی اعمال میں شامل توازن کی حرکی فطرت کو پہچان سکیں؛
- توازن کے قانون کو بیان کر سکیں؛
- طبیعی اور کیمیائی اعمال میں شامل توازن کی خصوصیات کی وضاحت کر سکیں؛
- توازن مستقلہ کے اظہار کے لیے علامت لکھ سکیں؛
- K_p اور K_c کے درمیان تعلق قائم کر سکیں؛
- کسی تعامل کی حالت توازن کو متاثر کرنے والے مختلف عوامل کی وضاحت کر سکیں؛
- اشیاء کو آرہینیس، برونسٹڈ لاری اور لیوس تصورات کی بنیاد پر تیزاب اور اساس میں تقسیم کر سکیں؛
- آیونائزیشن مستقلوں کی اصطلاح میں تیزاب اور اساس کو قوی اور کمزور زمروں میں تقسیم کر سکیں؛
- عام آین اور الیکٹرولائٹ کے ارتکاز پر درجۂ آیونائزیشن کے انحصار کی وضاحت کر سکیں؛
- ہائڈروجن آین کے ارتکاز کو ظاہر کرنے والے pH پیمانے کو بیان کر سکیں؛
- پانی کے آیونائزیشن اور تیزاب اور اساس کی شکل میں اس کے دوہرے کردار کی وضاحت کر سکیں؛
- پانی کے لیے آینی ماحصل (K_w) اور pK_w کی وضاحت کر سکیں؛
- حاجب (Buffer) محلول کے استعمال کی قدر کر سکیں؛
- حل پذیری ماحصل مستقلہ (Solublity Product Constant) معلوم کر سکیں۔

کیمیائی توازن بے شمار حیاتیاتی اور ماحولیاتی اعمال کے لیے لازمی ہیں۔ مثال کے طور پر O_2 سالمات اور پروٹین ہیموگلوبن کا توازن ہمارے پھیپھڑوں سے عضلات میں آکسیجن کے نقل وحمل میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ اس طرح کے توازن جس میں CO سالمے اور ہیموگلوبن شامل ہوتے ہیں CO سمیت کے لیے ذمہ دار ہوتے ہیں۔

جب کسی بند برتن میں رقیق کی تبخیر (Evaporation) ہوتی ہے تو نسبتاً زیادہ حرکی توانائی والے سالمے رقیق کی سطح سے نکل کر بخاراتی ہیئت میں داخل ہوجاتے ہیں اور بخاراتی ہیئت سے رقیق کے سالموں کی تعداد رقیق کی سطح سے ٹکراتی ہے اور وہ رقیق ہیئت میں ہی رہ جاتی ہے۔ اس کی وجہ سے بخاراتی دباؤ مستقل بنا رہتا ہے کیونکہ رقیق کو چھوڑنے والے سالمات کی تعداد اور بخارات میں سے رقیق میں واپس آنے والے سالموں کی تعداد مساوی ہونے کی وجہ سے ان کے درمیان ایک توازن قائم ہو جاتا ہے۔ اس وقت ہم کہتے ہیں کہ نظام توازن کی حالت میں پہنچ گیا ہے۔ بہر حال یہ ایک سکونی توازن نہیں ہے نیز رقیق اور بخارات کی سطح کے درمیان بہت سی سرگرمیاں جاری رہتی ہیں۔ اس طرح توازن کی حالت میں تبخیر کی شرح تکثیف (Condensation) کی شرح کے برابر ہوتی ہے۔

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O\ (vap)$$

دوہرے آدھے تیر یہ ظاہر کرتے ہیں کہ دونوں سمتوں میں عمل ایک ساتھ جاری ہے توازن کی حالت میں متعامل اور ماحصل کا آمیزہ **توازن آمیزہ** (Equilibrium Mixture) کہلاتا ہے۔

طبیعی اعمال اور کیمیاوی تعاملات دونوں کے لیے ہی توازن قائم کیا جا سکتا ہے۔ متعامل کی ہیئت اور تجرباتی حالات کی بنیاد پر تعامل تیز یا سست ہو سکتے ہیں۔ ایک مخصوص درجہ حرارت پر کسی بند برتن میں جب متعاملات تعامل کر کے ماحصل بناتے ہیں تو کچھ وقت تک متعاملات کا ارتکاز لگاتار گھٹتا رہتا ہے اور ماحصل کا ارتکاز بڑھتا رہتا ہے کچھ دیر کے بعد متعاملات یا ماحصل کے ارتکاز میں کوئی تبدیلی نہیں آتی نظام کی یہ حالت حرکی توازن

(Dynamic Equilibrium) کہلاتی ہے اور فارورڈ (Forward) نیز ریورس (Reverse) تعاملات کی شرح برابر ہو جاتی ہے۔ اسی حرکی توازن کی وجہ سے تعامل آمیزے میں مختلف انواع کے ارتکاز میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔ کسی کیمیائی تعامل کے جاری رہنے کی حد کی بنیاد پر کیمیائی توازن کو تین گروپوں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔

(i) وہ تعاملات جو تقریباً اپنے اختتام تک پہنچ جاتے ہیں اور ان میں متعاملات کا ارتکاز برائے نام ہی باقی رہتا ہے۔ کچھ معاملات میں انہیں تجرباتی طور پر بھی پہچاننا مشکل ہوتا ہے۔

(ii) وہ تعاملات جن میں ماحصل کی بہت کم مقدار حاصل ہوتی ہے اور زیادہ تر متعامل توازن کی حالت میں غیر تبدیل شدہ ہی رہتے ہیں۔

(iii) وہ تعاملات جن میں متعامل اور ماحصل کے ارتکاز اس وقت قابل موازنہ ہوتے ہیں جب نظامِ توازن کی حالت میں ہوتا ہے۔

توازن کی حالت میں تعامل کی حد تجرباتی حالات جیسے کہ متعاملوں کے ارتکاز، درجہ حرارت وغیرہ کے اعتبار سے تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ صنعت اور تجربہ گاہوں میں عملیاتی حالات کی رجائیت نہایت اہم ہے تاکہ توازن مطلوبہ ماحصل کی جانب مائل ہو سکے۔ توازن کے چند اہم پہلو جن کا تعلق طبیعی اور کیمیائی اعمال سے ہے اور وہ توازن جو آبی محلول میں ہوتے ہیں اور آینی توازن (Ionic Equilibrium) کہلاتے ہیں، اس سیکشن میں زیرِ بحث رہیں گے۔

7.1 طبیعی اعمال میں توازن (Equilibrium In Physical Processes)

توازن کے وقت کسی نظام کی خصوصیات کو ہم بہتر طور پر سمجھ سکتے ہیں اگر ہم کچھ طبیعی اعمال کا مشاہدہ کریں۔ سب سے زیادہ جانی پہچانی مثالیں **"ہیئت تبدیلی کے اعمال"** (Phase Transformation Process) کی ہیں مثلاً

ٹھوس ⇌ رقیق

رقیق ⇌ گیس

ٹھوس ⇌ گیس

7.1.1 ٹھوس۔رقیق توازن (Solid-Liquid Equilibrium)

273K اور فضائی دباؤ (مواد اور اس کے ماحول کے درمیان حرارت کا تبادلہ نہیں ہے) پر ایک مکمل مجوز (Insulated) تھرمس فلاسک میں رکھا گیا پانی اور برف ایک متوازن حالت میں ہے اور یہ نظام کچھ دلچسپ خصوصیات ظاہر کرتا ہے۔ ہم دیکھتے ہیں کہ وقت گزرنے کے ساتھ برف اور پانی کی کمیت میں کوئی تبدیلی نہیں آتی اور درجہ حرارت مستقل رہتا ہے۔ تاہم توازن ساکن نہیں ہوتا۔ پانی اور برف کی باؤنڈری پر شدید سرگرمی دیکھی جا سکتی ہے۔ رقیق پانی کے کچھ سالمات برف سے ٹکراتے ہیں اور وہیں چپک جاتے ہیں اور برف کے کچھ سالمات پانی میں چلے جاتے ہیں۔ پانی اور برف کی کمیت میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی کیونکہ سالموں کی برف سے پانی میں تبدیلی کی شرح اور واپس سالموں کی پانی سے برف میں منتقلی کی شرح فضائی دباؤ اور 273 K پر برابر ہوتی ہے۔

یہ ظاہر ہے کہ پانی اور برف ایک خاص درجہ حرارت اور دباؤ پر ہی توازن میں ہوتے ہیں۔ فضائی دباؤ پر کسی بھی خالص شے کا وہ درجہ حرارت جس پر ٹھوس اور رقیق حالت توازن میں ہوں اس شے کا عام نقطہ گداخت (Melting Point) یا نقطہ انجماد (Freezing Point) کہلاتا ھے۔" یہاں نظام حرکی توازن میں ہوتا ہے اور ہم مندرجہ ذیل نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں۔

(i) دونوں مخالف اعمال بیک وقت ہو رہے ہیں۔

(ii) دونوں اعمال کی شرح ایک ہی ہے تاکہ برف اور پانی کی مقدار مستقل رہے۔

7.1.2 رقیق بخارات توازن (Liquid-Vapour Equilibrium)

اس توازن کو بہتر طور پر سمجھنے کے لیے ہم ایک مثال لے سکتے ہیں جس میں ایک شفاف باکس پارے سے بھری ہوئی U-ٹیوب (مینومیٹر) پر مشتمل ہوتا ہے۔ ایک خشک کنندہ عامل جیسے کہ نابیدہ کیلشیم کلورائڈ (یا فاسفورس پینٹا آکسائڈ) کو کچھ گھنٹوں کے لیے باکس میں رکھ دیا جاتا ہے۔ خشک کنندہ عامل کو باکس کو ایک سمت ترچھا کر کے نکال لینے کے فوراً بعد ایک

واچ گلاس (یا پیٹری ڈش) پانی کے ساتھ باکس کے اندر تیزی سے رکھ دیا جاتا ہے ہم یہ دیکھیں گے کہ مینومیٹر کے دائیں بازو میں پارے کی سطح آہستہ آہستہ اوپر اٹھتی ہے اور آخیر میں ایک مقام پر مستقل ہو جاتی ہے، یعنی کہ باکس کے اندر دباؤ بڑھتا اور ایک مستقل قدر تک پہنچ جاتا ہے۔ واچ گلاس میں پانی کی سطح بھی کم ہو جاتی ہے (شکل 7.1)۔ شروع میں باکس کے اندر بخارات نہیں تھے (یا بہت کم تھے)۔ پانی جیسے ہی تبخیر ہوا باکس کے اندر دباؤ بڑھ جاتا ہے کیونکہ باکس کے اندر پانی کے سالمات گیس ہیئت میں داخل ہو جاتے ہیں۔ تبخیر کی شرح مستقل ہو جاتی ہے۔ تاہم، دباؤ میں اضافہ کی شرح وقت کے ساتھ کم ہو جاتی ہے جس کی وجہ بخارات کی پانی میں تکثیف ہے۔ آخر میں ایک توازن کی حالت آجاتی ہے جہاں کسی قسم کی کوئی تبخیر نہیں ہوتی۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ متوازن مقام پر پہنچنے تک گیسی حالت سے مائع (رقیق) حالت میں تبدیل ہونے والے پانی کے سالمات کی تعداد میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔ یعنی کہ؛

تبخیر کی شرح = تکثیف کی شرح

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O\ (vap)$$

حالتِ توازن میں دیے گئے درجہ حرارت پر پانی کے سالمات کے ذریعہ ڈالا گیا دباؤ مستقل رہتا ہے اور یہ پانی کا متوازن ابخراتی دباؤ (یا صرف پانی کا ابخراتی دباؤ) کہلاتا ہے پانی کا ابخراتی دباؤ درجہ حرارت کے ساتھ بڑھتا ہے۔ اگر مندرجہ بالا تجربہ میتھائل الکوحل، ایسی ٹون اور ایتھر کے ساتھ دہرایا جائے تو یہ دیکھا گیا ہے کہ ایک ہی درجہ حرارت پر مختلف رقیق کے متوازن بخاراتی دباؤ مختلف ہوتے ہیں، اور وہ رقیق شے جس کا بخاراتی دباؤ زیادہ ہوتا ہے زیادہ طیران پذیر (Volatile) ہوتی ہے اور اس کا نقطہ جوش کم ہوتا ہے۔

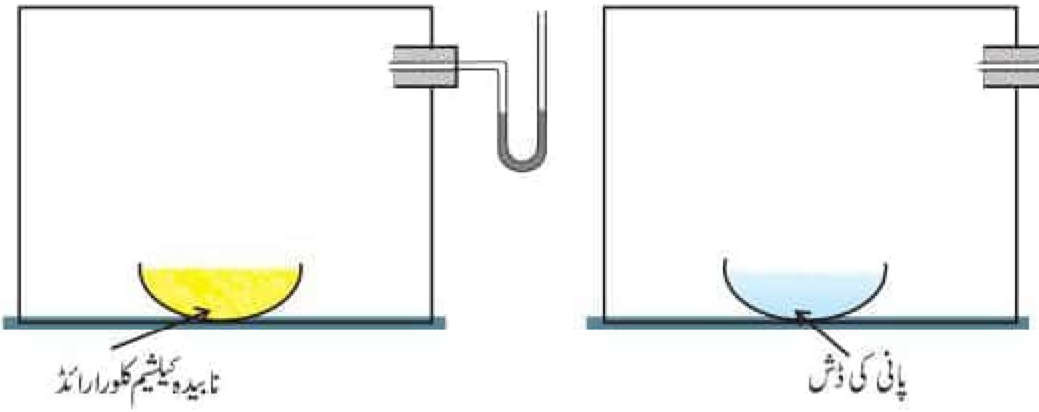
اگر ہم تین واچ گلاسوں میں علیحدہ علیحدہ 1mL ایسیٹون، ایتھائل الکوحل اور پانی لے کر ہوا میں کھلا رکھ دیں اور اس تجربہ کو رقیق کے مختلف حجم کے ساتھ نسبتاً گرم کمرے میں رکھ کر دہرائیں تو یہ دیکھا گیا ہے کہ ہر حالت میں رقیق سے آخر کار غائب ہوگئی ہے اور مکمل تبخیر میں لگنے والے وقت کا انحصار (i) رقیق کی فطرت، (ii) رقیق کی مقدار اور (iii) درجہ حرارت پر ہوتا ہے۔ جب واچ گلاس کھلی فضا میں کھلی ہوئی رکھی ہے تو، تبخیر کی شرح مستقل رہتی ہے لیکن سالمات کمرے کے ایک بڑے حجم میں منتشر ہوجاتے ہیں نتیجے کے طور پر بخارات کی رقیق میں تکثیف کی شرح تبخیر کی شرح سے بہت کم ہوتی ہے۔ یہ کھلے ہوئے نظام ہیں اور کھلے ہوئے نظاموں میں توازن پر پہنچنا ممکن نہیں ہے۔

ایک بند برتن میں 100°C اور فضائی دباؤ (1.013 بار) پر پانی اور ابخرات متوازن حالت میں ہیں۔ پانی کا نقطہ جوش 1.013 بار دباؤ پر 100°C ہے۔ کسی بھی خالص رقیق کے لیے فضائی دباؤ (1.013 بار) پر وہ درجہ حرارت جس پر رقیق اور بخارات متوازن ہوں اس رقیق کا نقطہ جوش کہلاتا ہے۔ یہ فضائی دباؤ پر منحصر ہوتا ہے۔ رقیق کے نقطہ جوش مقام کی اونچائی پر منحصر ہوتے ہیں۔ بلند مقامات پر نقطہ جوش کم ہوجاتے ہیں۔

7.1.3 ٹھوس بخارات توازن

(Solid – Vapour Equilibrium)

آئیے اب ہم ایسے نظام کا مطالعہ کریں جہاں ٹھوس اشیا کی بخارات میں تصعید ہو جاتی ہے۔ اگر ہم ٹھوس آیوڈین کو ایک بند برتن میں رکھ دیں، تو کچھ دیر بعد یہ برتن وائلٹ بخارات سے بھر جائے گا اور رنگ کی شدت



شکل 7.1 مستقل درجہ حرارت پر پانی کے متوازن ابخرات دباؤ کی پیمائش

میں وقت کے ساتھ ساتھ کمی واقع ہوگی۔ کچھ وقت کے بعد رنگ کی شدت مستقل ہوجائے گی اور اس وقت توازن قائم ہو جائے گا۔ لہٰذا ٹھوس آیوڈین کی تصعید سے آیوڈین کے بخارات حاصل ہوتے ہیں اور آیوڈین کے بخارات تکثیف کے بعد ٹھوس آیوڈین دیتے ہیں۔ اس توازن کو مندرجہ ذیل طریقہ سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$I_2\ (\text{ٹھوس}) \rightleftharpoons I_2\ (\text{بخارات})$$

دوسری مثالیں جو اس طرح کا توازن دکھاتی ہیں وہ مندرجہ ذیل ہیں:

کافور (ٹھوس) ⇌ کافور (بخارات)

$$NH_4Cl\ (\text{ٹھوس}) \rightleftharpoons NH_4Cl\ (\text{بخارات})$$

7.1.4 رقیق میں ٹھوس یا گیس کے افتراق کا توازن (Equilibrium Involving Dissolution of Solid or Gases in Liquids)

رقیق میں ٹھوس (Solids in Liquids)

ہمارا اپنا ذاتی تجربہ یہ ہے کہ ہم کمرے کے درجہ حرارت پر پانی کی دی ہوئی مقدار میں نمک یا چینی کی ایک محدود مقدار ہی گھول سکتے ہیں۔ اگر ہم زیادہ درجہ حرارت پر چینی گھول کر ایک گاڑھا گھول تیار کریں تو محلول کو کمرہ کے درجہ حرارت تک ٹھنڈا کرنے پر اس میں چینی کے قلم علیحدہ ہوجاتے ہیں۔ ایک درجہ حرارت پر جب اور زیادہ منحل (Solute) حل نہیں ہوسکتا تو ہم اسے سیر شدہ محلول (Saturated Solution) کہتے ہیں۔ سیر شدہ محلول میں منحل کے ارتکاز کا انحصار درجہ حرارت پر ہوتا ہے۔ سیر شدہ محلول میں ٹھوس حالت میں منحل کے سالمات اور محلول کے درمیان ایک حرکی توازن ہوتا ہے۔

چینی (محلول) ⇌ چینی (ٹھوس) اور

چینی کے حل ہونے کی شرح = چینی کے قلماؤ کی شرح

دونوں شرحوں کی مساویت اور توازن کی حرکی فطرت کو تابکار چینی کی مدد سے ثابت کیا گیا ہے۔ اگر ہم غیر تابکار چینی کے محلول میں کچھ تابکار چینی ڈال دیں، تو کچھ دیر بعد محلول اور ٹھوس چینی میں تابکاری کا عمل دیکھنے میں آئے گا۔ ابتدا میں محلول میں تابکار چینی کے سالمے نہیں تھے لیکن توازن کی حرکی فطرت کی وجہ سے دونوں ہیئتوں میں تابکار اور غیر تابکار چینی کے سالموں کا تبادلہ ہوتا ہے۔ محلول میں تابکار اور غیر تابکار سالموں کا تناسب اس وقت تک بڑھتا ہے جب تک کہ ایک مستقل مقدار حاصل نہ ہو جائے۔

رقیق میں گیسیں (Gases in Liquids)

جب سوڈا واٹر کی بوتل کھولی جاتی ہے تو اس میں گھلی ہوئی کاربن ڈائی آکسائڈ کی کچھ مقدار تیزی سے باہر نکلتی ہے۔ یہ عمل مختلف دباؤ پر کاربن ڈائی آکسائڈ کی حل پذیری میں فرق کی وجہ سے نظر آتا ہے۔ دباؤ کی حالت میں گیسی حالت میں سالمات اور محلول میں حل شدہ سالمات کے درمیان توازن پایا جاتا ہے؛ یعنی؛

$$CO_2(\text{گیس}) \rightleftharpoons CO_2(\text{محلول میں})$$

یہ توازن ہنری کے قانون کے تحت ہوتا ہے جو یہ بتاتا ہے کہ **کسی بھی درجہ حرارت پر ایک دی ہوئی مقدار کے محلل میں گھلی ہوئی گیس کی کمیت محلل کے اوپر گیس کے دباؤ کے تناسب میں ہوتی ہے۔** یہ مقدار درجہ حرارت بڑھنے پر گھٹتی ہے۔ سوڈا واٹر کی بوتل کو دباؤ کے تحت اس وقت سیل کیا جاتا ہے جب پانی میں اس کی حل پذیری زیادہ ہوتی ہے۔ جیسے ہی بوتل کو کھولا جاتا ہے، گھلی ہوئی کاربن ڈائی آکسائڈ گیس نکل کر ایک نئے توازن کی حالت کو پہنچتی ہے جو کم دباؤ یعنی اس کے فضا میں جزوی دباؤ کے لیے لازمی ہوتا ہے۔ اس لیے بوتل کے سوڈا واٹر کو جب ہوا میں کچھ دیر کے لیے کھلا چھوڑ دیا جاتا ہے تو وہ بے لطف ہو جاتی ہے۔ یہ تعمیم کیا جاسکتا ہے کہ؛

(i) ٹھوس ⇌ رقیق توازن کے لیے 1 فضائی دباؤ (1.013 بار) پر صرف ایک ہی درجہ حرارت (نقطہ گداخت) ہوتا ہے جہاں دونوں ہیئت بیک وقت پائی جاتی ہیں۔ اگر اطراف سے حرارت کا تبادلہ نہ ہو تو دونوں ہیئتوں کی کمیت مستقل رہتی ہے۔

(ii) رقیق ⇌ بخارات توازن میں، ایک دیے گئے درجہ حرارت پر بخارات کا دباؤ مستقل رہتا ہے۔

(iii) ٹھوس کے رقیق میں تحلیل ہونے پر دیے گئے درجہ حرارت پر حل پذیری مستقل ہوتی ہے

(iv) رقیق میں گیسوں کے تحلیل ہونے کے لیے، رقیق میں گیس کا ارتکاز رقیق کے اوپر گیس کے دباؤ (ارتکاز) کے تناسب میں ہوتا ہے۔

ان مشاہدات کو جدول 7.1 میں دکھایا گیا ہے۔

جدول 7.1 طبیعی توازن کی کچھ اہم خصوصیات

عمل	نتیجہ
رقیق ⇌ بخارات $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O\ (g)$	P_{H_2O} دیے گئے درجہ حرارت پر مستقل ہوتا ہے
ٹھوس ⇌ رقیق $H_2O(s) \rightleftharpoons H_2O\ (l)$	مستقل دباؤ پر نقطہ گداخت معین ہوتا ہے
منحل (ٹھوس) ⇌ منحل (محلول) چینی (محلل) ⇌ چینی (ٹھوس)	دیے گئے درجہ حرارت پر محلول میں منحل کا ارتکاز مستقل ہوتا ہے
گیس (گیس) ⇌ گیس (آبی) CO_2 (گیس) ⇌ CO_2 (آبی)	[gas(aq)]/gas(g)] دئے گئے درجہ حرارت پر مستقل ہوتا ہے $[CO_2(aq)]/[CO_2(g)]$ دئے گئے درجہ حرارت پر مستقل ہوتا ہے۔

7.1.5 طبیعی اعمال میں ہونے والے توازن کی عام خصوصیات (General Characteristics of Equilibria Involving Physical Processes)

ان طبیعی اعمال کے نظام میں جن پر اوپر بحث کی گئی ہے، توازن کے وقت مندرجہ ذیل عام خصوصیات ہوتی ہیں:

(i) ایک دیے گئے درجہ حرارت پر توازن صرف بند نظام میں ممکن ہے۔

(ii) دونوں متضاد اعمال یکساں شرح پر واقع ہوتے ہیں اور اس وقت ایک حرکی لیکن مستحکم حالت ہوتی ہے۔

(iii) نظام کی تمام قابل پیائش خصوصیات مستقل رہتی ہیں۔

(iv) جب کسی طبیعی عمل میں توازن قائم ہو جاتا ہے، تو دیے گئے درجہ حرارت پر اس کے کسی ایک پیرا میٹر کی قدر مستقل ہوتی ہے۔ جدول 7.1 میں ایسی مقداروں کو دکھایا گیا ہے۔

(v) کسی بھی مقام پر ایسی مقداروں کی وسعت اس حد کو ظاہر کرتی ہے جہاں تک وہ تعامل توازن تک پہنچنے سے پہلے جاتی ہے۔

7.2 کیمیائی اعمال میں توازن۔حرکی توازن (Equilibrium In Chemical Processes – Dynamic Equilibrium)

طبیعی نظام کے مماثل کیمیائی تعاملات بھی توازن کی حالت حاصل کرتے ہیں۔ یہ تعاملات بھی پیش رفت (Forward) اور پُشت رفت (Bakword) ہو سکتے ہیں۔ جب پیش رفت اور پشت رفت تعامل کی شرح برابر ہو جاتی ہے، تو متعامل اور ماحصل کی مقداریں مستقل رہتی ہیں۔ یہ کیمیاوی توازن کی حالت ہوتی ہے۔ اس توازن کی فطرت حرکی ہوتی ہے کیونکہ اس میں ایک پیش رفت تعامل ہوتا ہے جس میں متعامل ماحصل دیتا ہے اور ایک رجعتی (Reverse) تعامل ہوتا ہے جس میں ماحصل ابتدائی متعامل دیتا ہے۔

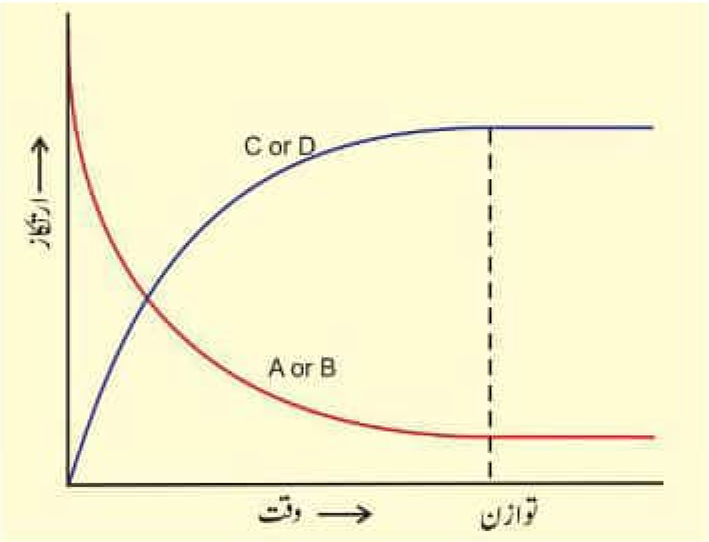
اس کو اچھی طرح سمجھنے کے لیے آیئے ہم ایک رجعتی تعامل (Reversible Reaction) کی عام مثال لیتے ہیں۔

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

وقت گزرنے کے ساتھ ماحصل C اور D کی مقدار میں اضافہ ہوتا ہے اور متعامل A اور B کی مقداروں میں کمی آتی ہے (شکل 7.2)۔ اس کی وجہ سے پیش رفت تعامل کی شرح میں کمی واقع ہوتی ہے اور پشت رفت تعامل کی شرح میں اضافہ ہوتا ہے۔

دو تعاملات ایک ہی شرح پر واقع ہوتے ہیں اور نظام توازن کی حالت کو پہنچ جاتا ہے۔

اس طرح، تعامل اس وقت بھی توازن کی حالت کو پہنچے گا جب ہم صرف C اور D سے تعامل کی شروعات کریں اور ابتدا میں A اور B موجود نہ ہوں، کیونکہ توازن کسی بھی سمت سے حاصل ہو سکتا ہے۔



شکل 7.2 کیمیائی توازن کا حصول

حرکی توازن-ایک طالب علم کی سرگرمی

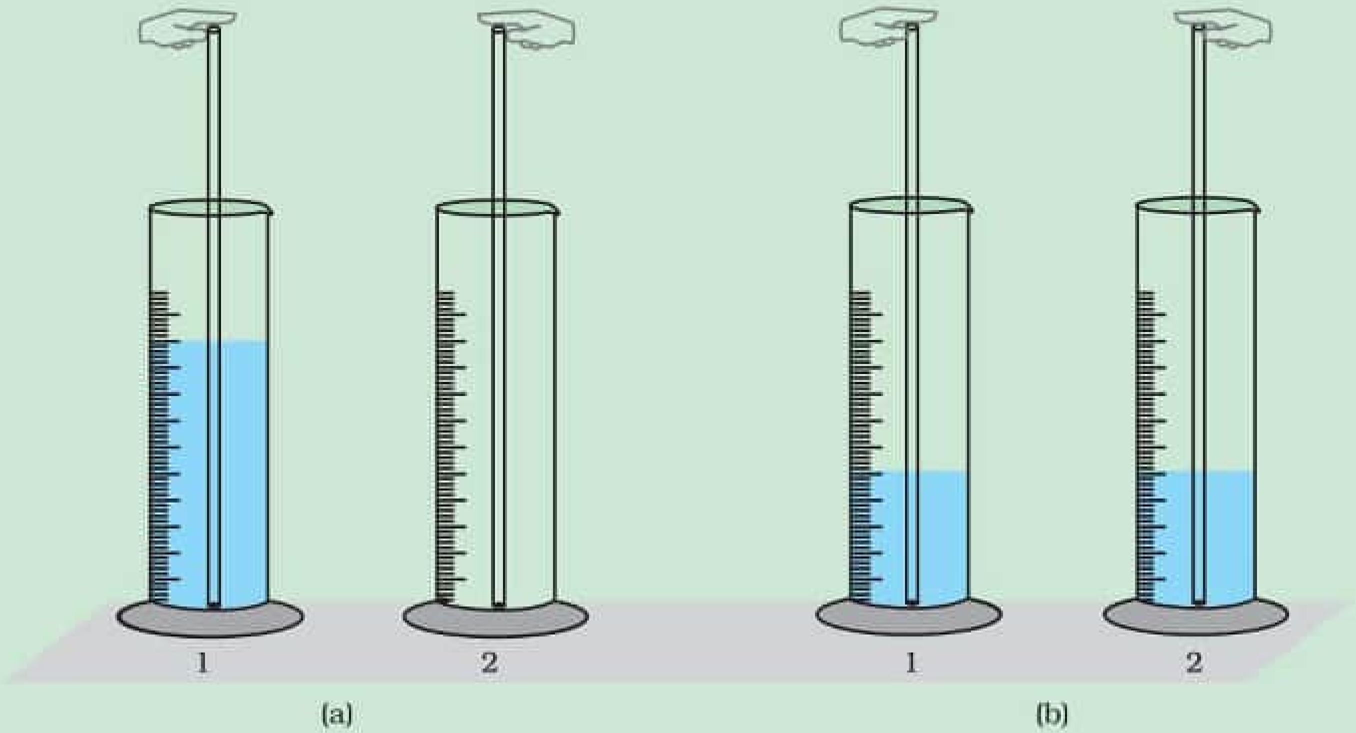
(Dynamic Equilibrium – A Student's Activity)

توازن، خواہ وہ طبیعی نظام میں ہو جو یا کیمیائی نظام میں، فطرتاً ہمیشہ حرکی ہوتا ہے اس کو تابکار ہم جا کے استعمال کے ذریعہ دکھایا جا سکتا ہے۔ یہ اسکول کی تجربہ گاہ میں ممکن نہیں ہے۔ تاہم مندرجہ ذیل سرگرمی کے ذریعہ اسے آسانی سے سمجھا جا سکتا ہے۔ یہ سرگرمی 5 یا 6 طالب علموں کی ایک جماعت کے ذریعہ کی جا سکتی ہے۔

100mL والے دو پیمائشی سلنڈر (ان پر 1 اور 2 لکھ دیجیے) اور 30cm لمبائی کی دو کانچ کی نلیاں لیجیے۔ دونوں نلیوں کا نصف قطر یا تو برابر ہو یا 3-5mm کے فرق سے ہو سکتا ہے۔ پیمائشی سلنڈر 1 کو رنگین پانی سے تقریباً آدھا بھر دیجیے (اس کے لیے آپ پانی میں چند دانے پوٹاشیم پرمیگنیٹ کے ڈال سکتے ہیں) اور دوسرے پیمائشی سلنڈر نمبر 2 کو خالی رکھیے۔

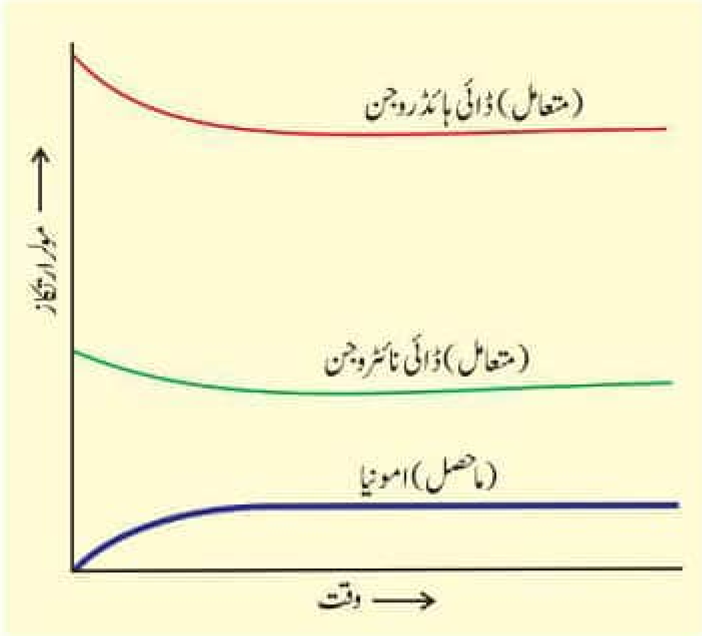
ایک نلی کو سلنڈر 1 میں اور دوسری کو سلنڈر 2 میں رکھیے۔ ایک ٹیوب کو سلنڈر 1 میں ڈبائیے انگلی سے اس کے اوپری سرے کو بند کیجیے اور اس میں بھری ہوئی رنگین رقیق شے کو سلنڈر 2 کے نچلے حصے میں منتقل کر دیجیے۔ سلنڈر 2 میں رکھی ہوئی نلی کا استعمال کرتے ہوئے سلنڈر 2 سے رنگین پانی اسی طرح سلنڈر 1 میں منتقل کیجیے۔ اس طریقے سے دونوں گلاس کی نلیوں کو استعمال کرتے ہوئے رنگین پانی کو سلنڈر 1 سے سلنڈر 2 اور سلنڈر 2 سے سلنڈر 1 میں منتقل کرتے رہیے یہاں تک کہ آپ دیکھیں کہ دونوں سلنڈروں میں رنگین پانی کی سطح مستقل ہو گئی ہے۔

اگر آپ دونوں سلنڈروں کے رنگین پانی کو اسی طرح ادل بدل کرتے رہیں تو دونوں سلنڈروں میں رنگین پانی کی سطح میں کوئی تبدیلی نہیں آئے گی۔ اگر ہم رنگین پانی کی 'سطح' کو متعامل اور ماحصل کے 'ارتکاز' کے مماثل مان لیں تو ہم کہہ سکتے ہیں کہ تبادلے کا عمل جو سطح کی استقامت کے بعد بھی جاری رہتا ہے عمل کی حرکی فطرت کا مظہر ہوتا ہے۔ اگر ہم اس تجربہ کو دو مختلف قطر کی نلیوں کے ساتھ دہرائیں تو ہم دیکھیں گے کہ دونوں سلنڈروں میں توازن کے وقت رنگین پانی کی سطح مختلف ہے۔ دو سلنڈروں کی سطح میں فرق کے لیے قطر کس حد تک ذمہ دار ہوتے ہیں؟ خالی سلنڈر 2 اس بات کا مظہر ہے کہ ابتدا میں کوئی ماحصل نہیں تھا۔



شکل 7.3 توازن کی حرکی فطرت کا مظاہرہ (a) ابتدائی حالت (b) اختتامی حالت جب توازن حاصل ہو چکا ہے۔

کیمیائی توازن کی حرکی فطرت کو امونیا کی ہیبر پراسیس کے ذریعہ تالیف کی مثال سے واضح کیا جا سکتا ہے۔ تجربات کے ایک سلسلے میں ہیبر نے معلوم مقدار میں ڈائی نائٹروجن اور ڈائی ہائڈروجن کو بہت زیادہ درجہ حرارت اور دباؤ پر رکھ کر تجربات کی شروعات کی اور مقررہ وقفہ اوقات پر امونیا کی دستیاب مقدار معلوم کی۔ انہوں نے غیر تعامل شدہ ڈائی ہائڈروجن اور ڈائی نائٹروجن کی مقدار معلوم کرنے میں بھی کامیابی حاصل کی۔ شکل 7.4 دکھاتی ہے کہ کچھ وقفہ کے بعد آمیزے کی ترکیب مستقل رہتی ہے حالانکہ کچھ متعامل ابھی بھی موجود ہیں۔ ترکیب میں یہ استقامت



شکل 7.4 تعامل $N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ کے لیے توازن کا اظہار

ظاہر کرتی ہے کہ تعامل اپنے توازن پر پہنچ گیا ہے۔ تعامل کی حرکی فطرت کو سمجھنے کے لیے امونیا کی تالیف بالکل ایسے ہی حالات (جزوی دباؤ اور درجہ حرارت کے) سے شروع کی گئی لیکن H_2 کی جگہ D_2 (ڈیوٹیریم) استعمال کی گئی۔ تعاملی آمیزہ H_2 یا D_2 سے شروع ہو کر اسی ترکیب کے ساتھ توازن کو پہنچتا ہے سوائے اس کے کہ H_2 اور NH_3 کی جگہ D_2 اور N پائے جاتے ہیں۔ توازن قائم ہونے کے بعد یہ دونوں آمیزے (H_2، N_2، NH_3 اور D_2، N_2، ND_3) ایک ساتھ ملا کر کچھ دیر کے لیے چھوڑ دیے جاتے ہیں۔ بعد میں جب اس آمیزے کا تجزیہ کیا گیا تو یہ پایا کہ امونیا کی مقدار اتنی ہی ہے جتنی کہ پہلے تھی۔ تاہم جب اس آمیزے کا ماس اسپیکٹرومیٹر کے ذریعہ جائزہ لیا گیا تو دیکھا گیا کہ امونیا اور امونیا کی ڈیوٹیریم والی قسمیں (NH_3، NH_2D، NHD_2 اور ND_3) اور ڈائی ہائڈروجن اور اس کی ڈیوٹریٹڈ (Deutrated) قسمیں (H_2، HD اور D_2) موجود ہیں۔ اس طرح کوئی بھی یہ نتیجہ نکال سکتا ہے کہ سالمات میں H اور D کی کش مکش آمیزہ میں تعامل کے مسلسل پیش رفت اور پشت رفت تعاملات کے نتیجے میں ہوتی ہے۔ اگر تعامل اسی وقت رک جاتا جب توازن قائم ہو چکا تھا تو اس طرح آئسوٹوپس کی آمیزش نہ ہوتی۔

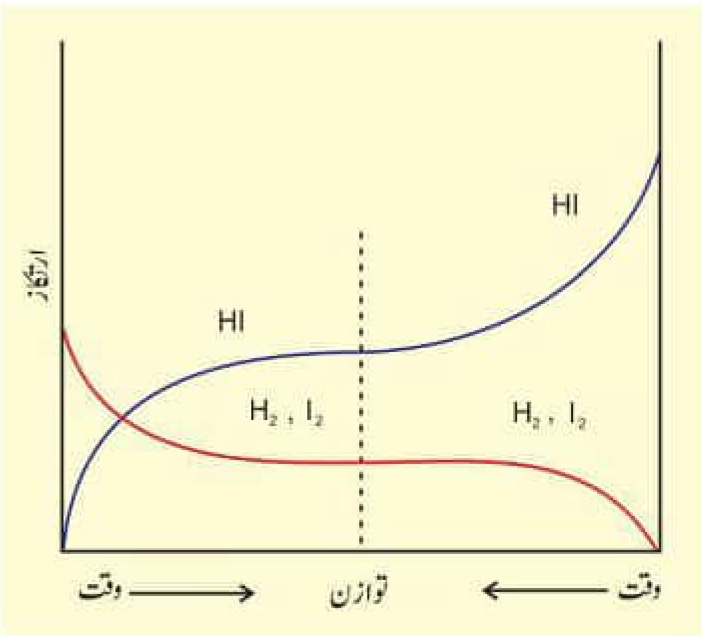
امونیا کی تیاری میں آئسوٹوپس (ڈیوٹیریم) کا استعمال واضح طور پر بتاتا ہے کہ **'کیمیائی تعاملات ایک حرکی توازن کی حالت کو پہنچتے ہیں جس میں پیش رفت اور پشت رفت تعاملات کی شرح برابر ہوتی ہے اور ترکیب میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی'۔**

توازن دونوں سمتوں سے حاصل ہو سکتا ہے خواہ ہم H_2 گیس اور N_2 گیس لے کر NH_3 حاصل کریں یا NH_3 گیس لے کر اس کو N_2 گیس اور H_2 گیس میں تحلیل کریں۔

$$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

$$2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g)+3H_2(g)$$

اسی طرح آئیے ہم تعامل $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ پر غور کرتے ہیں۔ اگر ہم شروعات H_2 اور I_2 کی یکساں مقداروں سے کرتے ہیں تو تعامل آگے کی سمت چلے گا اور H_2 اور I_2 کی مقداریں کم ہوں گی جبکہ HI کی مقدار میں اضافہ ہوگا، جب تک کہ یہ سب توازن کے وقت مستقل نہ ہو جائیں (شکل 7.5)۔ اگر H اور I کی کل تعداد ایک دیئے



شکل 7.5 تعامل $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ میں کیمیائی توازن دونوں سمتوں سے حاصل ہو سکتا ہے۔

ہوئے حجم میں برابر ہے تو بالکل ایسا ہی متوازن آمیزہ حاصل ہوگا خواہ ہم اسے خالص متعامل سے شروع کریں یا خالص ماحصل سے۔

7.3 کیمیائی توازن کا قانون اور توازن مستقلہ (Law Of Chemical Equilibrium And Equilibrium Constant)

توازن کی حالت میں متعامل اور ماحصل کا آمیزہ توازن آمیزہ (Equilibrium Mixture) کہلاتا ہے۔ اس حصہ میں ہم توازن آمیزہ کی ترکیب سے متعلق اہم سوالات کو موضوع بنائیں گے۔ توازن آمیزے میں متعامل اور ماحصل کے ارتکاز کے درمیان کیا تعلق ہے؟ ابتدائی ارتکاز سے ہم توازن ارتکاز کیسے معلوم کر سکتے ہیں؟ توازن آمیزے کی ترکیب کو بدلنے کے لیے ہم کون کون سے عوامل کو کام میں لا سکتے ہیں؟ آخری سوال خاص طور پر اس وقت اہم ہے کہ جب ہم صنعتی کیمیکل جیسے H_2، NH_3، CaO وغیرہ کی تالیف کے لیے حالات کا انتخاب کرتے ہیں۔

ان سوالات کا جواب دینے کے لیے آیئے ہم ایک عمومی رجعتی تعامل پر غور کرتے ہیں۔

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

جہاں متوازن کیمیائی مساوات میں A اور B متعامل اور C اور D ماحصل ہیں۔ بہت سے رجعتی تعاملات پر کیے گئے تجرباتی مطالعہ کی بنیاد پر ناروے کے کیمیا داں کیٹو میکسی ملن گلبرگ اور پیٹر واگ نے 1864 میں یہ تجویز پیش کی کہ ایک توازن آمیزے میں ارتکاز مندرجہ ذیل توازن مساوات کے مطابق تعلق رکھتے ہیں۔

$$K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]} \qquad (7.1)$$

جہاں K_c ایک توازن مستقلہ ہے اور دائیں سمت کی علامات توازن مستقلہ علامات کہلاتی ہیں۔

توازن مساوات 'عمل کمیت کا کلیہ' (Law of Mass Action) بھی کہلاتی ہے کیونکہ علم کیمیا کے ابتدائی ایام میں ارتکاز ''سرگرم کمیت'' (Active Mass) کہلاتا تھا۔ ان کے کام کو بہتر طور پر سمجھنے کے لیے ہم 731K پر ایک سیل بند برتن میں H_2 اور I_2 گیسوں کے درمیان تعامل کی مثال لیتے ہیں۔

$$\underset{1\ mol}{H_2(g)} + \underset{1\ mol}{I_2(g)} \rightleftharpoons \underset{2\ mol}{2HI(g)}$$

تجربات کے چھ سیٹ متبدل ابتدائی حالات میں انجام دیے گئے پہلے چار تجربات (1، 2، 3) کی شروعات H_2 اور I_2 گیسوں کو سیل بند برتنوں میں لے کر اور باقی دو تجربات (5 اور 6) میں صرف HI لے کر کی گئی۔ تجربات 1، 2، 3، 4 میں H_2 اور / یا I_2 کی مختلف مقداریں لی گئیں اور وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ یہ دیکھا گیا کہ کاسنی رنگ کی شدت قائم رہتی ہے اور توازن قائم ہو جاتا ہے۔ اسی طرح تجربات 5 اور 6 میں مختلف سمت سے توازن قائم ہوتا ہے۔

جدول 7.2 H_2، I_2 اور HI کی ابتدائی اور توازن مقداریں

توازن ارتکاز $mol\ L^{-1}$			ابتدائی ارتکاز $/mol\ L^{-1}$			تجربہ نمبر
[HI (g)]	[I_2 (g)]	[H_2 (g)]	[HI (g)]	[I_2 (g)]	[H_2 (g)]	
2.52×10^{-2}	0.12×10^{-2}	1.14×10^{-2}	0	1.38×10^{-2}	2.4×10^{-2}	1
2.96×10^{-2}	0.20×10^{-2}	0.92×10^{-2}	0	1.68×10^{-2}	2.4×10^{-2}	2
3.34×10^{-2}	0.31×10^{-2}	0.77×10^{-2}	0	1.98×10^{-2}	2.44×10^{-2}	3
3.08×10^{-2}	0.22×10^{-2}	0.92×10^{-2}	0	1.76×10^{-2}	2.46×10^{-2}	4
2.35×10^{-2}	0.345×10^{-2}	0.345×10^{-2}	3.04×10^{-2}	0	0	5
5.86×10^{-2}	0.86×10^{-2}	0.86×10^{-2}	7.58×10^{-2}	0	0	6

تجربات کے ان چھ سیٹوں سے حاصل کردہ اعداد و شمار جدول 7.2 میں دکھائے گئے ہیں۔

تجربات 1، 2، 3 اور 4 سے یہ صاف ظاہر ہے کہ ڈائی ہائڈروجن کے تعامل کرنے والے مولوں کی تعداد = آیوڈین کے تعامل کرنے والے مولوں کی تعداد ½ (HI مولوں کی تعداد) تجربات 5 اور 6 بھی دکھاتے ہیں کہ

$$[H_2(g)]_{eq} = [I_2(g)]_{eq}$$

مندرجہ بالا حقائق جانتے ہوئے متعامل اور ماحصل کے ارتکاز میں تعلق قائم کرنے کے لیے مختلف اتحاد (Combination) بنائے جاسکتے ہیں۔ آیئے ایک مثال پر غور کرتے ہیں۔

$$[HI(g)]_{eq} / [H_2(g)]_{eq} [I_2(g)]_{eq}$$

جدول 7.3 سے دیکھا جا سکتا ہے کہ اگر ہم متعامل اور ماحصل کے لیے توازن مستقلوں کی قیمت رکھ دیں تو مندرجہ بالا علامت مستقل سے بہت دور ہے۔ تاہم اگر ہم مندرجہ ذیل علامت دیکھیں تو

$$[HI(g)]^2_{eq} / [H_2(g)]_{eq} [I_2(g)]_{eq}$$

ہم دیکھتے ہیں کہ یہ علامت تمام چھ سیٹوں میں مستقل قیمت دکھاتی ہے۔ (جیسا کہ جدول 7.3 میں دکھایا گیا ہے)۔

جدول 7.3 تعامل $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ کے لیے متعامل کے توازن ارتکاز کو ظاہر کرنے والی علامت

$\frac{[HI(g)]^2_{eq}}{[H_2(g)]_{eq} [I_2(g)]_{eq}}$	$\frac{[HI(g)]_{eq}}{[H_2(g)]_{eq} [I_2(g)]_{eq}}$	تجربہ نمبر
46.4	1840	1
47.6	1610	2
46.7	1400	3
46.9	1520	4
46.4	1970	5
46.4	790	6

یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ اس علامت میں متعامل اور ماحصل کی ارتکاز کی قوت دراصل کیمیائی تعامل کے لیے مساوات میں تناسب پیمائی کی شرح (Stoichiometric Coefficient) ہیں لہٰذا تعامل $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ کے لیے مساوات 7.1 کے مطابق توازن مستقلہ K_C اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔

$$K_c = [HI(g)]^2_{eq} / [H_2(g)]_{eq} [I_2(g)]_{eq} \quad (7.2)$$

عام طور پر زیریں علامت 'eq' (توازن کے لیے استعمال ہوتی ہے) کو ارتکاز کی اصطلاح سے خارج کر دیا جاتا ہے۔ یہ مان کر چلتے ہیں کہ علامت میں K_C کے لیے ارتکاز توازن قدریں ہیں۔ لہٰذا ہم لکھتے ہیں۔

$$K_c = [HI(g)]^2 / [H_2(g)] [I_2(g)] \quad (7.3)$$

زیریں علامت 'c' ظاہر کرتا ہے کہ K_C کو $mol\ L^{-1}$ کے ارتکاز میں ظاہر کیا گیا ہے۔

"کسی دیے ہوئے درجہ حرارت پر ایک متوازن کیمیائی مساوات میں تعامل کے ماحصل کے اپنے تناسب پیمائی ضربیہ تک اٹھائے گئے ارتکاز کے ماحصل کو اپنے متعلقہ تناسب پیمائی ضربیہ تک اٹھائے گئے متعامل کے ارتکاز کے ماحصل سے تقسیم کرنے پر ایک مستقل قدر حاصل ہوتی ہے یہ توازن کا قانون یا کیمیائی توازن کا قانون کہلاتا ہے۔

ایک عام تعامل

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

کے لیے توازن مستقلے کو اس طرح ظاہر کریں گے

$$K_c = [C]^c[D]^d / [A]^a[B]^b \quad (7.4)$$

جہاں [A]، [B]، [C] اور [D] متعامل اور ماحصل کے توازن ارتکاز ہیں

مندرجہ ذیل تعامل $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 4NO(g) + 6H_2O(g)$ کے لیے توازن مستقلہ اس طرح لکھا جائے گا

$$K_c = [NO]^4[H_2O]^6 / [NH_3]^4 [O_2]^5$$

مختلف اشیا کا مولر ارتکاز مربع بریکٹ میں بند کر کے ظاہر کیا جاتا ہے، جیسا کہ اوپر دکھایا گیا ہے۔ توازن مستقلہ کے لیے جب ہم علامت لکھتے ہیں تو حالت کے لیے علامات (S. l. g) کو عام طور پر نظر انداز کر دیتے ہیں۔

آیئے ہم تعامل

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g) \quad (7.5)$$

کے لیے توازن مستقلہ ایسے لکھیں:

$$K_c = [HI]^2 / [H_2] [I_2] = x \quad (7.6)$$

اسی درجہ حرارت پر رجعتی تعامل $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ کے لیے توازن مستقلہ

(7.7) $K'_c = [H_2][I_2] / [HI]^2 = 1/x = 1/K_c$

اس طرح

(7.8) $K'_c = 1/K_c$

"پشت رفت تعامل کے لیے توازن مستقلہ پیش رفت تعامل کے توازن مستقلے کے مقلوب تناسب میں ہوتا ہے۔

اگر ہم کسی کیمیائی مساوات کو اوّل سے آخرت تک ایک ضریب سے ضرب کر کے تناسب یا ضربیہ کو تبدیل کر دیں تو ہمیں اس بات کو بھی یقینی بنانا ہوگا کہ توازن مستقلہ کا اظہار بھی اس تبدیلی کو ظاہر کرے۔ مثال کے طور پر اگر مساوات 7.5 کو اس طرح لکھیں

(7.9) $\frac{1}{2} H_2(g) + \frac{1}{2} I_2(g) \rightleftharpoons HI(g)$

تو مندرجہ بالا تعامل کے لیے توازن مستقلہ اس طرح دیا جا سکتا ہے:

$$K''_c = [HI] / [H_2]^{1/2}[I_2]^{1/2} = \{[HI]^2 / [H_2][I_2]\}^{1/2}$$

(7.10) $= x^{1/2} = K_c^{1/2}$

مساوات 7.5 کو n سے ضرب کرنے پر ہمیں:

7.11 $nH_2(g) + nI_2(g) \rightleftharpoons 2nHI(g)$

حاصل ہوتی ہے۔

لہٰذا تعامل کے لیے توازن مستقلہ K_c^n کے برابر ہوگا۔ یہ نتائج جدول 7.4 میں دکھائے گئے ہیں۔

جدول 7.4 ایک عمومی تعامل کے لیے توازن مستقلوں اور اس کے اضعاف کے مابین تعلق

توازن مستقلے	کیمیائی مساوات
K	$aA + bB \rightleftharpoons cC + D$
$K'_c = (1/K_c)$	$cC + dD \rightleftharpoons aA + bB$
$K''_c = (K_n^c)$	$naA + nbB \rightleftharpoons ncC + ndD$

یہ قابل غور ہے کہ توازن مستقلوں K_C اور K'_C کی عددی قدریں مختلف ہیں۔ یہ اہم ہے کہ توازن مستقلے کی قیمت کے اظہار کے وقت متوازن کیمیائی مساوات کی شکل کو واضح کیا جائے۔

مسئلہ 7.1

500K درجہ حرارت پر $[N_2]$ اور H_2 سے $[NH_3]$ بننے میں توازن کے وقت مندرجہ ذیل ارتکاز حاصل ہوتے ہیں $[N_2] = 1.5\times10^{-2}M$، $[H_2] = 3.0\times10^{-2}$ M اور $[NH_3] = 1.2\times10^{-2}M$ توازن مستقلہ کی قیمت معلوم کیجیے۔

حل

تعامل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ کے لیے توازن مستقلہ اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔

$$K_c = \frac{[NH_3(g)]^2}{[N_2(g)][H_2(g)]^3}$$

$$= \frac{(1.2\times10^{-2})^2}{(1.5\times10^{-2})(3.0\times10^{-2})^3}$$

$$= 0.106\times10^4 = 1.06\times10^3$$

مسئلہ 7.2

تعامل $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ کے لیے ایک سیل بند برتن 800K پر توازن کے وقت ارتکاز $N_2 = 3.0\times10^{-3}M$، $O_2 = 4.2\times10^{-3}M$ اور $NO = 2.8\times10^{-3}M$ پائے گئے۔ تعامل کے لیے K_C کی قیمت کیا ہوگی؟

حل

تعامل کے لیے توازن مستقلہ K_C اس طرح لکھا جا سکتا ہے

$$K_c = \frac{[NO]^3}{[N_2][O_2]}$$

$$= \frac{[2.8\times10^{-3}M]^2}{[3.0\times10^{-3}M][4.2\times10^{-3}M]}$$

$$= 0.622$$

7.4 متجانس توازن
(Homogeneous Equilibria)

ایک متجانس نظام میں تمام متعامل اور ماحصل ایک ہی ہیئت میں ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایک گیسی تعامل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

میں متعامل اور ماحصل ایک متجانس ہیئت میں ہوتے ہیں۔ اسی طرح تعاملات،

$$CH_3COOC_2H_5\ (aq) + H_2O\ (l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + C_2H_5OH\ (aq)$$

اور $Fe^{3+}\ (aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}\ (aq)$ کے لیے

تمام متعامل اور ماحصل متجانس محلول ہیئت (Homogeneous Solution Phase) میں ہیں اب ہم کچھ متجانس ہیئت تعاملات کے لیے توازن مستقلے دیکھیں گے

7.4.1 گیسی نظام کے لیے توازن مستقلہ (Equilibrium Constant in Gaseous Systems)

اب تک ہم نے تعاملات کے توازن مستقلے مولر ارتکاز کی اصطلاح میں ظاہر کیے ہیں اور اس کے لیے علامت K_C کا استعمال کیا ہے۔ ان تعاملات کی لیے جن میں عام طور پر گیسیں شامل ہوتی ہیں توازن مستقلہ کو جزوی دباؤ (Partial Pressure) کی اصطلاح میں ظاہر کرنا زیادہ آسان ہوتا ہے۔

مثالی گیس مساوات اس طرح لکھی جاتی ہے

$$pV = nRT$$

$$\Rightarrow p = \frac{n}{V}RT$$

یہاں p دباؤ Pa میں ظاہر کیا گیا ہے، n گیس کے مولوں کی تعداد ہے حجم جو کہ m^3 میں ظاہر کیا گیا ہے اور T درجہ حرارت کیلون میں ہے۔

لہٰذا، n/V، mol/m^3 میں ظاہر کیا گیا ارتکاز ہے۔

اگر ارتکاز mol/L یا mol/dm^3 میں اور p بار میں ہے تو

$$p = cRT$$

اسے ہم اس طرح بھی لکھ سکتے ہیں: $p = [gas]\ RT$

یہاں R= 0.0831 bar litre/mol K ہے۔

مستقل درجہ حرارت پر کسی گیس کا دباؤ اس کے ارتکاز کے تناسب میں ہوتا ہے، یعنی $p \propto [gas]$

تعامل کے توازن پر ہونے پر

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

ہم لکھ سکتے ہیں:

$$K_c = \frac{[HI(g)]^2}{[H_2(g)][I_2(g)]}$$

یا

$$K_c = \frac{(p_{HI})^2}{(p_{H_2})(p_{I_2})} \qquad (7.12)$$

مزید: چونکہ

$$p_{HI} = [HI(g)]RT$$

$$p_{I_2} = [I_2(g)]RT$$

$$p_{H_2} = [H_2(g)]RT$$

لہٰذا

$$K_p = \frac{(p_{HI})^2}{(p_{H_2})(p_{I_2})} = \frac{[HI(g)]^2[RT]^2}{[H_2(g)]RT.[I_2(g)]RT}$$

$$= \frac{[HI(g)]^2}{[H_2(g)][I_2(g)]} = K_c \qquad (7.13)$$

اس مثال میں $K_p = K_C$ یعنی دونوں توازن مستقلے برابر ہیں تاہم ہمیشہ ہی ایسا نہیں ہوتا۔ مثال کے طور پر تعامل

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

$$K_p = \frac{(p_{NH_3})^2}{(p_{N_2})(p_{H_2})^3}$$

$$= \frac{[NH_3(g)]^2[RT]^2}{[N_2(g)]RT.[H_2(g)]^3(RT)^3}$$

$$= \frac{[NH_3(g)]^2[RT]^{-2}}{[N_2(g)][H_2(g)]^3} = K_c(RT)^{-2}$$

$$\text{or } K_p = K_c(RT)^{-2}$$

اسی طرح ایک عام تعامل

$$a\,A + b\,B \rightleftharpoons c\,C + d\,D$$

کے لیے

$$K_p = \frac{(p_C^c)(p_D^d)}{(p_A^a)(p_B^b)} = \frac{[C]^c[D]^d(RT)^{(c+d)}}{[A]^a[B]^b(RT)^{(a+b)}}$$

$$= \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}(RT)^{(c+d)-(a+b)}$$

$$= \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}(RT)^{\Delta n} = K_c(RT)^{\Delta n} \qquad (7.15)$$

جہاں ایک متوازن کیمیائی مساوات میں Δn= (گیسی ماحصلات کے مولوں کی تعداد)۔ (گیسی متعاملوں کے مولوں کی تعداد) (یہ ضروری ہے کہ جب K_p کی قیمت معلوم کریں تو دباؤ کا اظہار بار اکائی میں ہو کیونکہ معیاری حالت 1bar ہے)۔ باب 1 سے ہم جانتے ہیں کہ

1 پاسکل، $Pa = 1Nm^{-2}$ اور 1 بار = 10^5 Pa

کچھ چنندہ تعاملات کے لیے مختلف درجہ حرارت پر K_p کی قیمتیں جدول 7.5 میں دکھائی گئی ہیں۔

جدول 7.5 کچھ چنندہ تعاملات کے لیے توازن مستقلے k_p

K_p	K/درجہ حرارت	تعامل
6.8×10^5	298	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3$
41	400	
3.6×10^{-2}	500	
4.0×10^{24}	298	$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
2.5×10^{10}	500	
3.0×10^4	700	
0.98	298	$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
47.9	400	
1700	500	

مسئلہ 7.3

500 K پر PCl_5، PCl_3 اور Cl_2 توازن کی حالت میں ہیں اور ان کے ارتکاز 1.59 M PCl_3، 1.59M Cl_2 اور 1.41 M PCl_5 ہیں تعامل $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ کے لیے K_C کی قیمت معلوم کیجیے۔

حل

مندرجہ بالا تعامل کے لیے توازن مستقلہ K_C اس طرح لکھا جاسکتا ہے:

$$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{(1.59)^2}{(1.41)} = 1.79$$

مسئلہ 7.4

مندرجہ ذیل تعامل

$$CO\,(g) + H_2O\,(g) \rightleftharpoons CO_2\,(g) + H_2\,(g)$$

کے لیے 800 K پر $K_p = 4.24$ ہے۔ 800K پر CO_2، H_2، CO اور H_2O کے توازن ارتکاز معلوم کیجیے اگر شروع میں صرف CO اور H_2O کے ارتکاز 0.10M ہوں۔

حل

تعامل

$$CO\,(g) + H_2O\,(g) \rightleftharpoons CO_2\,(g) + H_2\,(g)$$

کے لیے ابتدائی ارتکاز ہیں۔

0.1M   0.1M   0   0

مان لیجیے کہ ہر ایک ماحصل کے x مول بن رہے ہیں۔

توازن کے وقت

(0.1-x) M   (0.1-x) M   x M   x M

جہاں x توازن کے وقت CO_2 اور H_2 کی مقداریں ہیں۔ لہٰذا توازن مستقلہ کو اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$K_C = x^2/(0.1-x)^2 = 4.24$

$x^2 = 4.24(0.01 + x^2 - 0.2x)$

$x^2 = 0.0424 + 4.24x^2 - 0.848x$

$3.24x^2 - 0.848x + 0.0424 = 0$

$a = 3.24,\ b = -0.848,\ c = 0.0424$

دو درجی مساوات $ax^2 + bx + c = 0$ کے لیے

$$x = \frac{\left(-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}\right)}{2a}$$

$x = 0.848 \pm \sqrt{(0.848)^2 - 4(3.24)(0.0424)}/(3.24 \times 2)$

$x = (0.848 \pm 0.4118)/ 6.48$

$x_1 = (0.848 - 0.4118)/6.48 = 0.067$

$x_2 = (0.848 + 0.4118)/6.48 = 0.194$

قدر 0.194 کو نظر انداز کیا جاسکتا ہے کیونکہ یہ متعامل کے ارتکاز کو بتاتی ہے جو ابتدائی ارتکاز سے زیادہ ہے۔

لہٰذا توازنی ارتکاز مندرجہ ذیل ہوں گے:

$[CO_2] = [H_2] = x = 0.067$ M

$[CO] = [H_2O] = 0.1 - 0.067 = 0.033$ M

مسئلہ 7.5

توازن $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$ کے لیے توازن K_c درجہ حرارت 1069K پر 3.75×10^{-6} ہے۔ اس درجہ حرارت پر تعامل کے لیے K_p معلوم کیجیے؟

حل

ہم جانتے ہیں کہ

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

مندرجہ بالا مساوات کے لیے

$$\Delta n = (2+1) - 2 = 1$$

$$K_p = 3.75 \times 10^{-6}\ (0.0831 \times 1069)$$

$$K_p = 0.033$$

7.5 غیر متجانس توازن (Heterogeneous Equilibria)

ایک سے زیادہ ہیئت والے نظاموں کے توازن غیر متجانس توازن (Heterogeneous Equilibrium) کہلاتے ہیں۔ ایک بند برتن میں ابخرات اور پانی کے درمیان توازن، غیر متجانس توازن کی مثال ہے۔

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$$

اس مثال میں ایک گیس ہیئت ہے اور دوسری رقیق ہیئت ہے۔ اس طرح ایک ٹھوس اور اس کے سیر شدہ محلول کے درمیان توازن ایک غیر متجانس توازن ہے۔

$$Ca(OH)_2\ (s) + (aq) \rightleftharpoons Ca^{2+}\ (aq) + 2OH^-\ (aq)$$

غیر متجانس توازن میں عام طور پر خالص ٹھوس یا رقیق شامل ہوتے ہیں۔ خالص رقیق یا خالص ٹھوس والے غیر متجانس توازن کے لیے ہم توازن کے اظہار کو آسان کر سکتے ہیں کیونکہ خالص ٹھوس یا رقیق کے مولر ارتکاز مستقل ہوتے ہیں۔ (یعنی مقدار سے مبرّا ہوتے ہیں)۔ دوسرے الفاظ میں اگر شے 'X' شامل ہے تو [X(s)] اور [X(l)] مستقل ہوں گے خواہ 'X' کی مقدار کچھ بھی ہو، اس کے برعکس [X(g)] اور [X(aq)] میں فرق ہوگا کیونکہ ایک دیے ہوئے حجم میں X کی مقدار تبدیل ہوجاتی ہے۔ آیئے ہم کیلشیم کاربونیٹ کے حراری افتراق کو لیتے ہیں جو متجانس کیمیائی توازن کی ایک دلچسپ اور اہم مثال ہے۔

$$CaCO_3(s) \overset{\Delta}{\rightleftharpoons} CaO(s) + CO_2(g) \qquad (7.16)$$

تناسب پیمائی مساوات کی بنیاد پر ہم لکھ سکتے ہیں۔

$$K_c = \frac{[CaO(s)][CO_2(g)]}{[CaCO_3(s)]}$$

چونکہ [CaO(s)] اور [CaCO$_3$(s)] دونوں مستقل ہیں، لہٰذا، کیلشیم کاربونیٹ کے حراری افتراق کے لیے تبدیل شدہ توازن مستقلہ اس طرح ہوگا۔

$$K_c = [CO_2(g)] \qquad (7.17)$$

یا

$$K_p = p_{CO_2} \qquad (7.18)$$

توازن مستقلہ کی اکائیاں (Units of Equilibrium Constant)

توازن مستقلہ K_C کی قدر ارتکازی ارکان کو mol/L میں تبدیل کر کے معلوم کی جا سکتی ہے اور K_p کے لیے جزوی دباؤ کو Pa، kPa، bar یا atm میں تبدیل کر کے معلوم کر سکتے ہیں۔ اس کے نتیجے میں توازن مستقلہ کی اکائیاں حاصل ہوتی ہیں جن کا انحصار مولاریت یا دباؤ پر ہوتا ہے جب تک کہ شمار کنندہ اور نسب نما دونوں کے قوت نما یکساں نہ ہوں۔

مندرجہ ذیل تعاملات $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI$، K_c کے لیے اور K_p کی کوئی اکائی نہیں ہے۔ $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ K_C کی اکائی mol/L اور K_p کی اکائی بار ہے۔

توازن مستقلوں کو بغیر جسامت کی مقداروں کی شکل میں بھی ظاہر کیا جا سکتا ہے اگر متعامل اور ماحصل کی معیاری حالتیں بتائی گئی ہوں۔ ایک خالص گیس کے لیے معیاری حالت 1 bar ہے۔ لہٰذا خالص حالت میں 4 bar کو اس طرح ظاہر کیا جا سکتا ہے۔ 4bar/1bar=4 جو ایک غیر جسامتی (Dimensionless) عدد ہے۔ ایک منحل کے لیے معیاری حالت 1 (C_0) مولر محلول ہے اور تمام ارتکاز اسی حوالے سے ناپے جا سکتے ہیں۔ توازن مستقلہ کی عددی قیمت منتخب معیاری حالت پر منحصر ہوتی ہے۔ لہٰذا اس نظام میں K_p اور K_C دونوں ہی بغیر جسامت کی مقداریں ہیں لیکن مختلف معیاری حالتوں کی وجہ سے ان کی عددی قیمتیں مختلف ہوتی ہیں۔

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایک خاص درجہ حرارت پر CO_2 کا مستقل ارتکاز یا دباؤ $CaO(s)$ اور $CaCO_3(s)$ کے ساتھ توازن میں ہوتا ہے۔ تجربہ کے ذریعہ یہ پایا گیا کہ 1100K پر CO_2 کا دباؤ جو $CaO(s)$ اور $CaCO_3(s)$ کے ساتھ توازن میں ہے 2.0×10^5 Pa ہے۔ لہٰذا 1100K پر مندرجہ بالا تعامل کا توازن مستقلہ مندرجہ ذیل ہوگا:

$$K_p = p_{CO_2} = 2\times10^5\,\text{Pa}/10^5\,\text{Pa} = 2.00$$

اسی طرح نِکل، کاربن مونو آکسائڈ اور نِکل کاربونل (نکل کی تخلیص میں استعمال کیا گیا) کے درمیان توازن میں،

$$Ni\ (s) + 4\ CO\ (g) \rightleftharpoons Ni(CO)_4\ (g)$$

توازن مستقلہ اس طرح لکھا جا سکتا ہے،

$$K_c = \frac{[Ni(CO)_4]}{[CO]^4}$$

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ غیر متجانس توازن میں توازن قائم کرنے کے لیے خالص ٹھوس یا رقیق موجود ہونا چاہیے (خواہ وہ کتنے ہی کم کیوں نہ ہوں)، لیکن ان کے ارتکاز یا جزوی دباؤ توازن مستقلہ کی عبادت میں ظاہر نہیں ہوتے۔ مندرجہ ذیل تعامل میں:

$$Ag_2O(s) + 2HNO_3(aq) \rightleftharpoons 2AgNO_3(aq) + H_2O(l)$$

$$K_c = \frac{[AgNO_3]^2}{[HNO_3]^2}$$

مسئلہ 7.6

تعامل $CO_2\ (g) + C\ (s) \rightleftharpoons 2CO\ (g)$ کے لیے K_p کی قدر 1000 K پر 3.0 ہے۔ اگر شروع میں $p_{CO_2} = 0.48$ bar اور $p_{CO} = 0$ bar اور خالص گریفائٹ موجود ہو تو CO اور CO_2 کے توازن جزوی دباؤ معلوم کیجیے۔

حل

تعامل کے لیے

مان لیجیے کہ CO_2 کی x مقدار نے تعامل کیا، تب

$$CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g)$$

ابتدائی دباؤ	0.48 bar	0
توازن کے وقت	(0.48–x) bar	2x bar

$$K_p = \frac{p_{CO}^2}{p_{CO_2}}$$

$$K_p = (2x)^2/(0.48 - x) = 3$$

$$4x^2 = 3(0.48 - x)$$
$$4x^2 = 1.44 - x$$
$$4x^2 + 3x - 1.44 = 0$$
$$a = 4,\ b = 3,\ c = -1.44$$

$$x = \frac{\left(-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}\right)}{2a}$$

$$= [-3 \pm \sqrt{(3)^2 - 4(4)(-1.44)}]/2 \times 4$$

$$= (-3 \pm 5.66)/8$$

$$= (-3 + 5.66)/8$$

(چونکہ x کی قیمت منفی نہیں ہو سکتی لہٰذا ہم اسے نظر انداز کر دیتے ہیں)

$$x = 2.66/8 = 0.33$$

توازن جزوی دباؤ مندرجہ ذیل ہوں گے۔

$$p_{CO} = 2x = 2 \times 0.33 = 0.66\ \text{bar}$$

$$p_{CO_2} = 0.48 - x = 0.48 - 0.33 = 0.15\ \text{bar}$$

7.6 توازن مستقلوں کے استعمال (Applications Of Equilibrium Constants)

توازن مستقلوں کے استعمال کو سمجھنے سے پہلے آیئے ہم توازن مستقلہ کی اہم خصوصیات کا خلاصہ کرتے ہیں:

1۔ توازن مستقلہ اس وقت استعمال ہوتا ہے جب متعامل اور ماحصل کے ارتکاز اپنی حالتِ توازن کو پہنچ جاتے ہیں۔

2۔ توازن مستقلہ کی قدر متعامل اور ماحصل کے ابتدائی ارتکاز سے آزاد ہوتی ہے۔

3۔ توازن مستقلہ درجہ حرارت پر منحصر ہوتا ہے۔ کسی خاص تعامل کے لیے جس کا اظہار دیے ہوئے درجہ حرارت پر متوازن مساوات کے ذریعہ کیا جاتا ہے، اس کی قدر ایک منفرد اور مخصوص ہوتی ہے۔

4۔ پشت رفت تعامل کے لیے توازن مستقلہ کی قدر پیش رفت تعامل کے توازن مستقلہ کے مقلوب کے برابر ہوتی ہے۔

5۔ کسی تعامل کے لیے توازن مستقلہ K اس نظیری تعامل کے توازن مستقلہ سے تعلق رکھتا ہے، جس کی مساوات اصل تعامل کو کسی چھوٹے صحیح عدد سے ضرب یا تقسیم کر کے حاصل کی جاتی ہے۔

آیئے ہم مندرجہ ذیل کے لیے توازن مستقلہ کے استعمال پر غور کرتے ہیں:

- قدر کی بنیاد پر کسی تعامل کی حد کی پیشین گوئی کرنے میں،
- تعامل کی سمت کی پیشین گوئی کرنے میں اور
- توازن ارتکاز کی تحسیب میں۔

7.6.1 تعامل کی حد کی پیشین گوئی کرنا (Predicting the Extent of a Reaction)

کسی تعامل کے توازن مستقلہ کی عددی قدر (Numerical Value) تعامل کی حد کو ظاہر کرتی ہے۔ لیکن یہ قابل غور ہے کہ توازن ایسی کوئی معلومات فراہم نہیں کرتا جس سے یہ اندازہ ہو کہ تعامل کی شرح کیا ہے جس پر توازن پہنچا ہے۔ K_c یا K_p کی قدر ماحصل کے ارتکاز کے براہ راست تناسب میں (جیسا کہ توازن مستقلہ کی عبادت میں شمار کنندہ سے ظاہر ہوتی ہیں) اور متعامل کے مقلوب تناسب میں (یہ نسب نما میں ظاہر ہوتی ہیں) ہوتی ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ K کی بہت زیادہ قدر ماحصل کے بہت زیادہ ارتکاز کو ظاہر کرتی ہے اور اس کے برعکس بھی۔

توازن آمیزے کی ترکیب سے متعلق ہم مندرجہ ذیل تعمیمات قائم کر سکتے ہیں۔

- اگر $K_c > 10^3$ ہے تو ماحصل متعامل پر سبقت حاصل کر لیں گے، یعنی اگر K_c بہت زیادہ ہے تو تعامل تقریباً اختتام کو پہنچے گا۔ مندرجہ ذیل مثالوں کا مطالعہ کیجیے:

(a) 500 K پر H_2 کا O_2 کے ساتھ تعامل ہونے پر توازن مستقلہ بہت زیادہ ہے: $K_c = 2.4 \times 10^{47}$

(b) 300 K پر تعامل $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$ کے لیے $K_c = 4.0 \times 10^{31}$ ہے۔

(c) 300 K پر تعامل $H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g)$ کے لیے $K_c = 5.4 \times 10^{18}$ ہے۔

- اگر $K_c < 10^{-3}$ ہو تو متعامل ماحصل پر سبقت حاصل کر لیں گے: یعنی اگر K_c کی قیمت بہت کم ہے تو تعامل آگے بڑھے گا۔ مندرجہ ذیل مثالوں کا مطالعہ کیجیے:

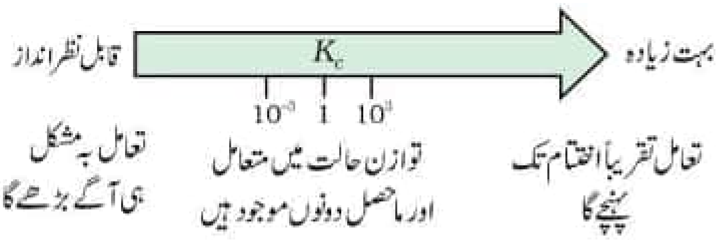
(a) 500 K پر H_2O کی H_2 اور O_2 میں تحلیل کے لیے توازن مستقلہ بہت کم ہے: $K_c = 4.1 \times 10^{-48}$

(b) 298K پر $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ کے لیے $K_c = 4.8 \times 10^{-31}$ ہے

- اگر K_c 10^3 سے 10^{-3} کی رینج میں ہے تو متعامل اور ماحصل دونوں کی مقداریں موجود ہوں گی۔ مندرجہ ذیل مثالیں دیکھئے:

(a) HI بنانے کے لیے H_2 اور I_2 کا 700 K پر تعامل $K_c = 57.0$

(b) N_2O_2 کی NO_2 میں تحلیل گیس حالت کے تعامل کی دوسری مثال ہے جس میں 25°c پر $K_c = 4.64 \times 10^{-3}$ ہے جو نہ تو بہت زیادہ ہے اور نہ بہت کم۔ اس لیے توازن آمیزے میں NO_2 اور N_2O_2 دونوں ہی پائے جاتے ہیں۔ یہ تعمیمات مندرجہ ذیل شکل 7.6 میں ظاہر کی گئی ہیں۔



شکل 7.6 تعامل کی حد کا K_c پر انحصار

7.6.2 تعامل کی سمت کی پیشین گوئی کرنا (Predicting the Direction of the Reaction)

توازن مستقلہ کسی دیے ہوئے تعامل کی کسی بھی سطح پر جاری رہنے والی سمت کی پیشین گوئی کرنے میں مدد کرتا ہے۔ اس کے لیے ہم تعامل خارج قسمت Q (Reaction Quotient) معلوم کرتے ہیں تعامل خارج قسمت (Q_c مولر ارتکاز کے ساتھ اور Q_p جزوی دباؤ کے ساتھ) کی تعریف اسی طرح بیان کی جاتی ہے جس طرح کے توازن مستقلہ K کی

کرتے ہیں، سوائے اس کے کہ Q_c میں ضروری نہیں ہے کہ ارتکاز توازن قیمتیں ہوں۔ ایک عام تعامل کے لیے:

$$a\,A + b\,B \rightleftharpoons c\,C + d\,D \qquad (7.19)$$

$$Q_c = [C]^c[D]^d \ / \ [A]^a[B]^b \qquad (7.20)$$

اگر $Q_c > K_c$ تو تعامل متعامل کی سمت بڑھے گا (پشت رفت تعامل)۔

اگر $Q_c > K_c$ تو تعامل ماحصل کی سمت بڑھے گا (پیش رفت تعامل)۔

اگر $Q_c = K_c$ تو تعامل آمیزہ پہلے سے ہی توازن میں ہے۔

H_2 کا I_2 کے ساتھ گیسی تعامل پر غور کیجیے۔

$H2(g) + I2(g)\ \ 2HI(g)$ ؛700 K پر $K_c = 57.0$ ہے۔ مان لیجیے کہ ہمارے پاس مولر ارتکاز $[H_2]_t = 0.10M$ ، $[I_2]_t = 0.20$ M اور $[HI]_t = 0.40$ M (زیریں علامت t جو ارتکاز کی علامات کے ساتھ ہے یہ بتاتی ہے کہ ارتکاز کسی من مانے (Arbitary) وقت پر لیا گیا ہے اور یہ ضروری نہیں ہے کہ یہ توازن میں ہو)۔

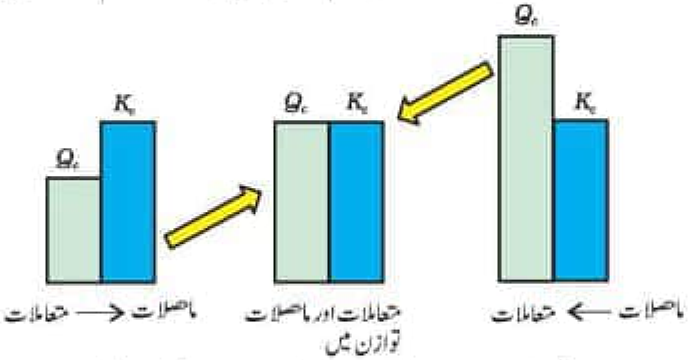
لہٰذا، تعامل کی اس اسٹیج پر تعامل خارج قسمت کو اس طرح دیا جا سکتا ہے؛

$$Q_c = [HI]_t^2 \ / \ [H_2]_t\ [I_2]_t = (0.40)^2/\ (0.10)\times(0.20) = 8.0$$

اب، اس کیس میں K_c (8.0)، K_c (57.0) کے برابر ہے، لہٰذا $H_2(g)$، $I_2(g)$ اور HI(g) کا آمیزہ توازن میں نہیں ہے: یعنی مزید H_2 گیس I_2 گیس سے تعامل کر کے زیادہ HI تیار کرے گی $Q_c = K_c$ ہونے تک اور ان کے ارتکاز میں کمی واقع ہوگی۔

Q_c اور K_c کی قدروں کا موازنہ کرتے ہوئے تعامل خارج قسمت Q_c تعامل کی سمت کی پیشین گوئی کرنے میں مددگار ثابت ہوتا ہے۔

لہٰذا تعامل کی سمت سے متعلق ہم مندرجہ ذیل تعمیمات قائم کر سکتے ہیں:



شکل **7.7** تعامل کی سمت کی پیشین گوئی کرنا

- اگر $Q_c < K_c$ تعامل بائیں سے دائیں سمت جائے گا۔
- اگر $Q_c > K_c$ تو تعامل دائیں سے بائیں سمت جائے گا۔
- اگر $Q_c = K_c$ تو کوئی نیٹ تعامل نہیں ہوگا۔

مسئلہ 7.7

تعامل $2A \rightleftharpoons B + C$ کے لیے K_c کی قیمت 2×10^{-3} ہے۔ ایک دیے ہوئے وقت پر توازن آمیزے کی ترکیب $[A] = [B] = [C] = 3 \times 10^{-4}$ M ہے۔ تعامل کس سمت میں آگے بڑھ رہا ہے۔

حل

تعامل کے لیے تعامل خارج قسمت Q_c اس طرح دیا جا سکتا ہے۔

$$Q_c = [B][C]/\ [A]^2$$

چونکہ

$[A] = [B] = [C] = 3 \times 10^{-4}M$ ہے، تو

$$Q_c = (3 \times 10^{-4})(3 \times 10^{-4})\ /\ (3 \times 10^{-4})^2 = 1$$

چونکہ $Q_c > K_c$ ہے لہٰذا تعامل پشت رفت ہوگا۔

7.6.3 توازن ارتکاز کی تحسیب (Calculating Equilibrium Concentrations)

ایسے کیس میں جہاں ہمیں ابتدائی ارتکاز معلوم ہوں لیکن ہم کسی بھی توازن ارتکاز کو نہیں جانتے تو ہمیں مندرجہ ذیل اقدامات کرنے ہوں گے۔

قدم 1۔ تعامل کے لیے متوازن مساوات لکھیے

قدم 2۔ متوازن مساوات کے نیچے ایک جدول بنایئے جس میں تعامل میں حصہ لینے والے ماڈوں کے لیے فہرست بنائیں جس میں:

(a) ابتدائی ارتکاز لکھے جائیں،

(b) توازن کی سمت بڑھتے وقت ارتکاز میں تبدیل لکھی جائے اور

(c) توازن ارتکاز لکھے جائیں۔

جدول بناتے وقت توازن کی سمت بڑھتے ہوئے کسی ایک متعامل کے ارتکاز (mol/L) کو x سے ظاہر کیجیے، اس کے بعد تعامل کی تناسب پیمائی کا استعمال کرتے ہوئے دوسرے ماڈوں کے ارتکاز x کے حوالے سے معلوم کیجیے۔

قدم 3۔ تعامل کی توازن مساوات میں توازن ارتکاز کی قیمت رکھ کر x کی قیمت معلوم کیجیے۔ اگر آپ ایک دو درجی مساوات حل کر رہے ہیں تو ایسے ریاضیاتی حل کا انتخاب کیجیے جس کا کوئی کیمیائی مطلب ہو۔

قدم 4۔ x کے لیے معلوم کی گئی قیمت کی مدد سے توازن ارتکاز معلوم کیجیے۔

قدم 5۔ اپنے جوابات کی جانچ توازن مساوات میں ان نکالی گئی قیمتوں کو رکھ کر کیجیے۔

مسئلہ 7.8

13.8g N_2O_4 کو 400K پر 1L والے تعاملی برتن میں رکھا گیا ہے اور توازن کی حالت کو پہنچنے دیا جاتا ہے۔

$N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2NO_2\ (g)$

توازن کے وقت کل دباؤ 9.15 bar پایا گیا۔ توازن کے وقت K_c، K_p اور جزوی دباؤ معلوم کیجیے۔

حل

ہم جانتے ہیں کہ $pV = nRT$

کل حجم $(V) = 1\ L$

N_2O_4 کی سالماتی کمیت $= 92\ g$

مولوں کی تعداد $= 13.8g/92 = 0.15$ گیس (n)

گیس مستقلہ $(R) = 0.083\ bar\ L\ mol^{-1}K^{-1}$

درجہ حرارت $(T) = 400\ K$

$pV = nRT$

$p \times 1L = 0.15\ mol \times 0.083\ bar\ L\ mol^{-1}K^{-1} \times 400\ K$

$p = 4.95\ bar$

	N_2O_4	$\rightleftharpoons$	$2NO_2$
ابتدائی دباؤ	4.98 bar		0
توازن کے وقت	(4.98–x) bar		2x bar

لہٰذا

توازن کے وقت $p_{total} = p_{N_2O_4} + p_{NO_2}$

$9.15 = (4.98 - x) + 2x$

$9.15 = 4.98 + x$

$x = 9.15 - 4.98 = 4.17 bar$

توازن کے وقت جزوی دباؤ

$p_{N_2O_4} = 4.98 - 4.17 = 0.81 bar$

$p_{NO_2} = 2x = 2 \times 4.17 = 8.34\ bar$

$K_p = (p_{NO_2})^2 / p_{N_2O_4}$

$= (8.34)^2/0.81 = 85.87$

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

$85.87 = K_c(0.083 \times 400)^1$

$K_c = 2.586 = 2.6$

مسئلہ 7.9

3.0 مول PCL_5 کو 300 K پر 1L والے بند تعاملی برتن میں توازن قائم کرنے کے لیے چھوڑا گیا۔ توازن کے وقت آمیزے کی ترکیب کا حساب لگائیے۔ $K_c = 1.80$

حل

$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$

	PCl_5	PCl_3	Cl_2
ابتدائی ارتکاز	3.0	0	0

مان لیجیے PCl_5 کے X مول کا افتراق ہوا

توازن کے وقت	(3–X)	X	X

$K_c = [PCl_3][Cl_2]/[PCl_5]$

$1.8 = x^2/(3-x)$

$x^2 + 1.8x - 5.4 = 0$

$x = [-1.8 \pm \sqrt{(1.8)^2 - 4(-5.4)}]/2$

$x = [-1.8 \pm \sqrt{3.24 + 21.6}]/2$

$x = [-1.8 \pm 4.98]/2$

$x = [-1.8 + 4.98]/2 = 1.59$

$[PCl_5] = 3.0 - x = 3 - 1.59 = 1.41\ M$

$[PCl_3] = [Cl_2] = x = 1.59\ M$

7.7 توازن مستقلہ K، تعامل خارج قسمت Q اور گبس توانائی G میں تعلق (Relationship Between Equilibrium Constant K, Reaction Quotient Q And Gibbs Energy G)

کسی تعامل کے لیے K_c کی قیمت اس کی تعامل کی شرح پر منحصر نہیں ہوتی۔ تاہم جیسا کہ آپ نے باب 6 میں پڑھا ہے یہ تعامل کی حرحرکیات پر، اور خاص طور پر گبس توانائی میں تبدیلی ΔG پر براہ راست منحصر ہوتی ہے اگر:

- ΔG منفی ہے، تو تعامل از خود ہوگا اور آگے کی سمت بڑھے گا۔
- ΔG مثبت ہے، تو تعامل از خود نہیں ہوگا۔ بلکہ رجعت پذیر تعامل کے طور پر منفی ΔG ہوگی، پیش رفت تعامل کے ماحصل متعامل میں تبدیل ہو جائیں گے۔
- ΔG صفر ہے تو تعامل نے توازن حاصل کر لیا ہے: اس مقام پر کوئی آزاد توانائی موجود نہیں ہے جو تعامل کو آگے بڑھا سکے۔

توازن کے اس حرحرکیاتی نظریے کے لیے ایک ریاضیاتی عبارت مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ ظاہر کی جا سکتی ہے:

$$\Delta G = \Delta G^{\ominus} + RT \ln Q \qquad (7.21)$$

جہاں $G^{\ominus}$ معیار گبس توانائی ہے

توانائی کی حالت میں جب $\Delta G = 0$ اور $Q = K_c$ ہوگا تب مساوات 7.21 اس طرح ہوگی۔

$$\Delta G = \Delta G^{\ominus} + RT \ln K = 0$$

$$\Delta G^{\ominus} = -RT \ln K \qquad (7.22)$$

$$\ln K = -\Delta G^{\ominus}/RT$$

دونوں جانب کا اینٹی لوگارتم لینے کے بعد ہمیں حاصل ہوتا ہے،

$$K = e^{-\Delta G^{\ominus}/RT} \qquad (7.23)$$

لہٰذا مساوات (7.23) کا استعمال کرتے ہوئے، تعامل کی از خود کاری کو $\Delta G^{\ominus}$ کی اصطلاح میں بیان کیا جا سکتا ہے۔

- اگر $\Delta G^{\ominus} < 0$، تو $\Delta G^{\ominus}/RT$ مثبت ہوگا اور $e^{-\Delta G^{\ominus}/RT}$ ہوگا جو $K > 1$ بنائے گا۔ جس کا مطلب ہے کہ از خود تعامل یا وہ تعامل جو اس حد تک پیش رفت ہوگا کہ ماحصل کی مقدار کافی ہوگی۔
- اگر $\Delta G^{\ominus} > 0$، تو $-\Delta G^{\ominus}/RT$ منفی ہوگا اور $e^{-\Delta G^{\ominus}/RT} < 1$ یعنی $K < 1$ جس کا مطلب ہے کہ غیر از خود تعامل یا وہ تعامل جو آگے کی سمت ہوگا اتنا کم ہوگا کہ نہایت کم مقدار میں ماحصل تیار ہوگا۔

مسئلہ 7.10

گلائیکولسس (Glycolysis) میں گلوکوز کے فاسفوریلیشن (Phosphorylation) کے لیے $\Delta G^{\ominus}$ کی قیمت 13.8kJ/mol ہے۔ 298 K پر K_c کی قیمت معلوم کیجیے۔

حل

$\Delta G^{\ominus} = 13.8 \text{ kJ/mol} = 13.8 \times 10^3 \text{ J/mol}$

اور یہ بھی کہ $\Delta G^{\ominus} = -RT \ln K_c$

تو پھر $\ln K_c = -13.8 \times 10^3 \text{ J/mol} / (8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 298 \text{ K})$

$\ln K_c = -5.569$

$K_c = e^{-5.569}$

$K_c = 3.81 \times 10^{-3}$

مسئلہ 7.11

سوکروز کی آب پاشیدگی (Hydrolysis) سے ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\text{Sucrose} + H_2O \rightleftharpoons \text{Glucose} + \text{Fructose}$$

مساوات کے لیے 300 K پر توازن مستقلہ K_c 2×10^{13} ہے $\Delta G^{\ominus}$ معلوم کیجیے۔

حل

$\Delta G^{\ominus} = -RT \ln K_c$

$\Delta G^{\ominus} = -8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 300\text{K} \times \ln(2\times10^{13})$

$\Delta G^{\ominus} = -7.64 \times 10^4 \text{ J mol}^{-1}$

7.8 توازن کو متاثر کرنے والے عوامل (Factors Affecting Equilibria)

کیمیائی تالیف کے اہم مقاصد میں سے ایک اہم مقصد یہ ہے کہ متعامل زیادہ سے زیادہ مقدار میں ماحصل میں تبدیل ہوں جبکہ خرچ کی گئی توانائی کمترین ہو۔ اس کا مطلب معتدل درجہ حرارت اور دباؤ پر ماحصل کی زیادہ سے زیادہ مقدار کو حاصل کرنا۔ اگر یہ نہیں ہوتا ہے تو تجرباتی حالات کو موافق بنانے کی ضرورت ہے۔ مثال کے طور پر، ہیبر عمل کے ذریعہ N_2 اور H_2 سے NH_3 کی تالیف کے لیے تجرباتی حالات کا انتخاب حقیقی معاشی اہمیت کا حاصل ہے۔ امونیا کی عالمی سالانہ پیداوار تقریباً ایک کروڑ ٹن ہے۔ کیمیائی کھاد کے بطور اس کا سب سے زیادہ استعمال ہے۔

توازن مستقلہ K_c، ابتدائی ارتکاز پر منحصر نہیں ہے۔ لیکن اگر توازن کے وقت نظام میں کسی ایک یا زیادہ متعامل مادّے کے ارتکاز میں تبدیلی کر دی جائے تو نظام توازن میں قائم نہیں رہے گا، اور کل تعامل کسی بھی سمت میں اس وقت تک جائے گا جب تک کہ توازن دوبارہ قائم نہ ہو جائے۔ اسی طرح نظام کے درجہ حرارت یا دباؤ میں تبدیلی توازن کو بدل سکتی ہے۔ یہ طے کرنے کے لیے کہ تعامل کون سی راہ اختیار کرے گا یا ایک مقداری پیشین گوئی کے لیے کہ حالات میں تبدیلی کا توازن پر کیا اثر ہوگا، ہم لی-چیٹلیئر کے اصول کا استعمال کرتے ہیں۔ یہ بتاتا ہے کہ ”کسی ایسے جُز میں تبدیلی جو کسی نظام کی توازن حالت طے کرتی ہو، نظام میں اس طرح کی تبدیلی پیدا کر دیتی کہ وہ اس جُز کے اثرات کو کم یا زائل کر دیتا ہے۔“ اس کا اطلاق تمام طبیعی اور کیمیائی توازن پر ہوتا ہے۔ اب ہم ان عوامل سے بحث کریں گے جو توازن کو متاثر کر سکتے ہیں۔

7.8.1 ارتکاز میں تبدیلی کا اثر (Effect of Concentration Change)

عام طور پر جب توازن میں کسی متعامل / ماحصل کے اضافہ / اخراج سے خلل پیدا ہوتا ہے، تو لی چیٹلیئر اصول پیشین گوئی کرتا ہے کہ۔

- داخل کیے گئے متعامل / ماحصل کا ارتکازی دباؤ کل تعامل کی اس سمت سے راحت حاصل کرے گا جو داخل کیے گئے مادے کا اسراف کرتی ہے۔
- اخراج کیے گئے متعامل / ماحصل کا ارتکازی دباؤ کل تعامل کی اس سمت سے راحت حاصل کرے گا جو اخراج کیے گئے مادہ کو پُر کرتی ہے۔

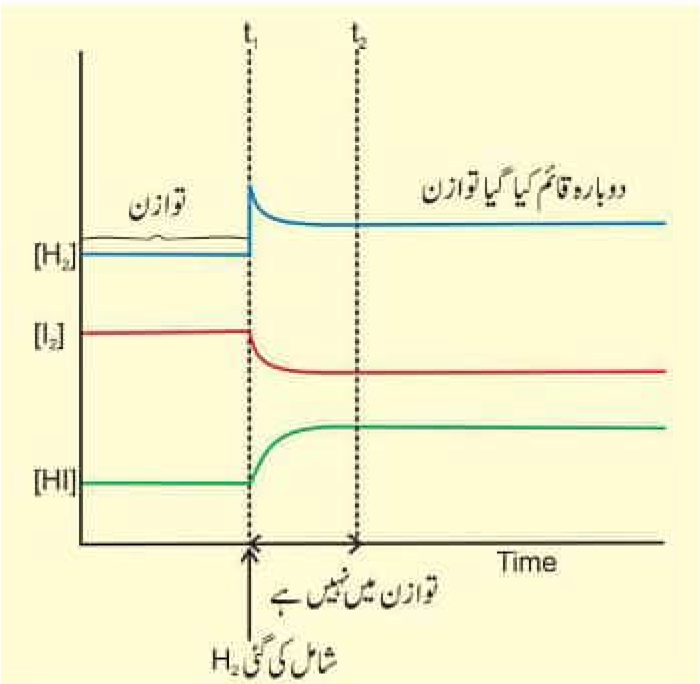
دوسرے الفاظ میں

”جب کبھی کسی متعامل یا ما حصل کے ارتکاز کو تعامل کے توازن کے دوران تبدیل کیا جاتا ھے، تو توازن آمیزے کی ترکیب اس انداز میں تبدیل ھوتی ھے کہ ارتکاز کی تبدیلیوں کے اثرات کمترین ھو سکیں۔“

آیئے ایک تعامل لیتے ہیں:

$$H_2(g) + I_2(g)\ 2HI(g)$$

اگر توازن کے وقت تعامل آمیزے میں H_2 کی مقدار بڑھائی جائے، تو تعامل کے توازن میں خلل پیدا ہوگا۔ اس کو قائم رکھنے کے لیے تعامل اس سمت میں بڑھے گا جہاں H_2 استعمال ہو رہی ہے، یعنی زیادہ H_2 اور I_2 تعامل کر کے HI بنائیں گے اور آخر کار تعامل داہنی سمت (پیش رفت) میں بڑھے گا (شکل 7.8)۔ یہ لی چیٹلیئر کے اصول کے مطابق ہے جس کے مطابق کسی متعامل / ماحصل کے اضافہ کرنے پر ایک نیا توازن قائم ہوگا جس میں متعامل / ماحصل کا ارتکاز اس سے کم ہوگا جتنا کہ اضافہ کے بعد ہوا لیکن اس سے کم ہوگا جو ابتدائی آمیزے میں تھا۔



شکل 7.8 تعامل $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ میں H_2 کے اضافہ کا متعامل اور ما حصل کے ارتکا پر اثر

$$Q_c = [HI]^2 / [H_2][I_2]$$

توازن کے وقت ہائڈروجن کے اضافہ سے Q_c کی قیمت K_c سے کم ہو جائے گی۔ لہٰذا توازن کو دوبارہ قائم کرنے کے لیے تعامل آگے کی سمت بڑھے گا۔ اسی طرح ہم کہہ سکتے ہیں کہ ماحصل کا اخراج بھی پیش رفت تعامل کو بڑھائے گا اور ماحصل کی مقدار میں اضافہ ہوگا اور اس کا تجارتی استعمال ان تعاملات میں زیادہ ہے جہاں ماحصل گیس یا طیران پذیر مادے ہوتے ہیں۔ امونیا کی صنعت میں بھی امونیا کو رقیق کیا جاتا ہے اور مسلسل تعامل آمیزے سے علیحدہ کیا جاتا رہتا ہے جس کی وجہ سے تعامل آگے کی سمت جاری رہتا ہے۔ اس طرح CaO (عمارتی مادّے کی طرح استعمال ہونے والا اہم مادّہ) کی $CaCO_3$ سے بڑے پیمانے پر تیاری میں بھٹی سے لگاتار CO_2 نکالنے سے اختتام کی سمت تعامل تیز ہوتا ہے۔ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ماحصل کا لگاتار اخراج Q_c کی قیمت کو K_c سے کم قیمت پر برقرار رکھتا ہے اور تعامل پیش رفت سمت میں جاری رہتا ہے۔

ارتکاز کے اثرات۔ ایک تجربہ (Effect of Concentration – An Experiment)

اس کو مندرجہ ذیل تعامل سے ظاہر کیا جا سکتا ہے:

$$Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+}(aq) \quad (7.24)$$

پیلا — بے رنگ — گہرا سرخ

$$K_c = \frac{\left[Fe(SCN)^{2+}(aq)\right]}{\left[Fe^{3+}(aq)\right]\left[SCN^-(aq)\right]} \quad (7.25)$$

0.2M 1mL آئرن (III) نائٹریٹ محلول میں دو قطرے 0.002M پوٹاشیم تھائیوسائینیٹ محلول ڈالنے سے سرخ رنگ ظاہر ہوتا ہے جو $[Fe(SCN)]^{2+}$ بننے کی وجہ سے ہے۔ سرخ رنگ کی شدت توازن قائم ہونے کے بعد برقرار رہتی ہے۔ اس توازن کو آگے یا پیچھے کی سمت تبدیل کرنے کا انحصار اس بات پر ہے کہ ہم متعامل یا ماحصل میں سے کسی کا اضافہ کر رہے ہیں ایسے متعامل کا اضافہ کر کے جو Fe^{3+} یا SCN^- آین کو ہٹا سکیں۔ تعامل کو مخالف سمت میں بھی تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ مثال کے طور پر آکزیلک ایسڈ Fe^{3+} آین سے تعامل کر کے ایک مستحکم پیچیدہ آین $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ بناتا ہے اس طرح آزاد Fe^{3+} آین کا ارتکاز کم ہو جاتا ہے لی-چیٹلیئر اصول کے مطابق ہٹائے گئے Fe^{3+} کے ارتکازی دباؤ کو $[Fe(SCN)]^{2+}$ کے افتراق سے حاصل ہونے والے Fe^{3+} کے دوبارہ بننے سے راحت ملتی ہے۔ کیونکہ $[Fe(SCN)]^{2+}$ کا ارتکاز کم ہو رہا ہے لہٰذا سرخ رنگ کی شدت میں بھی کمی واقع ہوتی ہے۔

$HgCl_2$ ملانے سے بھی سرخ رنگ میں کمی آتی ہے کیونکہ Hg^{2+}، SCN^- آین سے تعامل کر کے مستحکم پیچیدہ آین $[Hg(SCN)_4]^{2-}$ بناتا ہے۔ آزاد SCN^- (aq) آین کا اخراج مساوات (7.24) میں توازن کو دائیں سے بائیں سمت شفٹ کرتا ہے کہ SCN^- آین دوبارہ بن سکیں دوسری طرف پوٹاشیم تھائیوسائنائڈ ڈالنے سے محلول کے رنگ کی شدت میں اضافہ ہوتا ہے کیونکہ وہ توازن کو داہنی سمت میں شفٹ کرتا ہے۔

7.8.2 دباؤ میں تبدیلی کے اثرات (Effect of Pressure Change)

گیسی تعاملات میں حجم میں تبدیلی کرنے سے حاصل ہونے والی دباؤ کی تبدیلی ماحصل کی پیداوار کو متاثر کر سکتی ہے جہاں گیسی متعاملوں کے مولوں کی تعداد گیسی ماحصل کے مولوں کی تعداد سے مختلف ہوتی ہے۔ غیر متجانس توازن کے لیے لی۔چیٹلیئر اصول کا استعمال کرنے سے ٹھوس اور رقیق پر دباؤ کی تبدیلی کے اثرات کو نظر انداز کیا جا سکتا ہے کیونکہ محلول / رقیق کا حجم (اور ارتکاز) دباؤ کے اثرات سے تقریباً آزاد ہے۔

مندرجہ ذیل تعامل دیکھیے

$$CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$$

یہاں گیسی متعاملوں کے 4 مول $(CO + 3H_2)$ گیسی ماحصل کے 2 مول $(CH_4 + H_2O)$ میں تبدیل ہو رہے ہیں۔ مان لیجیے کہ تعامل آمیزہ (مندرجہ بالا تعامل کے لیے) ایک سلنڈر میں رکھا گیا ہے جس میں مستقل درجہ حرارت پر ایک پسٹن لگا ہوا ہے۔ گیس کو اس کے ابتدائی حجم کے آدھے حصے تک دبایا گیا تو کل دباؤ دُگنا ہو جائے گا (pV = constant کے مطابق)۔ جزوی دباؤ، متعامل اور ماحصل کے ارتکاز تبدیل ہو جائیں گے اور آمیزہ اب توازن میں نہیں رہے گا۔ دوبارہ توازن قائم کرنے کے لیے تعامل کس سمت میں بڑھے گا اس کی پیشین گوئی لی چیٹلیئر اصول کے مطابق کی جا سکتی ہے۔ چونکہ دباؤ دگنا ہو گیا ہے لہٰذا اب توازن آگے کی سمت شفٹ ہوگا۔ ایک سمت جس میں گیس کے مولوں کی تعداد یا دباؤ گھٹتا ہے (ہم جانتے ہیں کہ دباؤ گیس کے مولوں کے تناسب میں ہوتا ہے)۔ اس کو تعامل خارج قسمت Q_c استعمال کر کے بھی

سمجھا جا سکتا ہے۔ مان لیجیے $[H_2O]$ اور $[CH_4]$ ،$[H_2]$ ،$[CO]$ میتھانیشن تعامل کے لیے توازن کے وقت مولر ارتکاز ہیں۔ جب تعامل آمیزے کا حجم آدھا ہو جاتا ہے تو جزوی دباؤ اور ارتکاز دگنے ہو جاتے ہیں۔ ہم ہر توازن ارتکاز کو اس کی قیمت کا دُگنا رکھ کر تعامل خارج قسمت حاصل کرتے ہیں۔

$$Q_c = \frac{[CH_4(g)][H_2O(g)]}{[CO(g)][H_2(g)]^3}$$

چونکہ $Q_c < K_c$ ہے تو تعامل آگے کی سمت بڑھے گا۔

تعامل $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$ میں جب دباؤ بڑھایا جاتا ہے تو تعامل الٹی سمت میں چلتا ہے کیونکہ گیس کے مولوں کی تعداد آگے کی سمت میں بڑھتی ہے۔

7.8.3 غیر عامل گیس کی شمولیت کے اثرات (Effect of Inert Gas Addition)

اگر حجم کو قائم رکھا جائے اور ایک غیر عامل گیس جیسے کہ آرگن کو جو تعامل میں حصہ نہیں لیتی، داخل کیا جائے تو توازن پر کوئی اثر نہیں ہوگا۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ مستقل حجم پر غیر عامل گیس کی شمولیت جزوی دباؤ یا تعامل میں حصہ لینے والی اشیا کے مولر ارتکاز کو تبدیل نہیں کرتی۔ تعامل خارج قسمت صرف اسی وقت تبدیل ہوگا جب داخل کی جانے والی گیس تعامل میں حصہ لینے والی متعامل یا ماحصل گیس ہو۔

7.8.4 درجہ حرارت میں تبدیلی کا اثر (Effect of Temperature Change)

جب کبھی بھی توازن میں ارتکاز، دباؤ یا حجم کی تبدیلی سے خلل پیدا ہوتا ہے تو توازن آمیزے کی ترکیب بدل جاتی ہے کیونکہ تعامل خارج قسمت Q_c توازن مستقلہ K_c کے برابر نہیں رہتا۔ تاہم جب درجہ حرارت میں تبدیلی واقع ہوتی ہے تو توازن مستقلہ K_c تبدیل ہو جاتا ہے۔

عام طور پر توازن مستقلہ کا درجہ حرارت پر انحصار، تعامل کے لیے ΔH کے نشان پر منحصر ہوتا ہے۔

- حرارت زا تعامل (منفی ΔH) کے لیے درجہ حرارت میں اضافے کے ساتھ توازن مستقلہ میں کمی واقع ہوتی ہے۔
- حرارت خور تعامل (مثبت ΔH) کے لیے درجہ حرارت میں اضافے کے ساتھ توازن مستقلہ میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔

درجہ حرارت کی تبدیلی توازن مستقلہ اور تعاملات کی شرح کو متاثر کرتی ہے۔

$$N_2(g) + 3H_2(g) \; 2NH_3(g) ;$$
$$\Delta H = -92.38 \text{ kJ mol}^{-1}$$

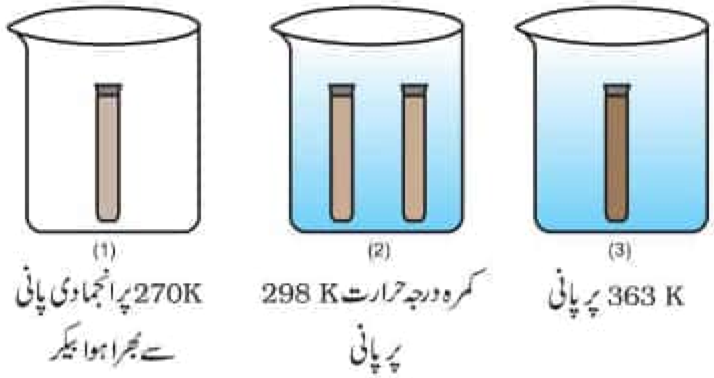
مذکورہ بالا تعامل کے مطابق امونیا کی پیداوار ایک حرارت زا عمل ہے۔ لی چیٹلیئر کے اصول کے مطابق درجہ حرارت بڑھانے سے توازن بائیں سمت شفٹ ہو جاتا ہے اور امونیا کا توازن ارتکاز کم ہو جاتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں امونیا کی زیادہ پیداوار کے لیے کم درجہ حرارت موزوں ہے، لیکن عملی طور پر بہت کم درجہ حرارت تعامل کو دھیما کر دیتا ہے اور اس لیے ایک وسیط (Catalyst) استعمال کیا جاتا ہے۔

درجہ حرارت کا اثر–ایک تجربہ (Effect of Temperature – An Experiment)

توازن پر درجہ حرارت کا اثر دکھانے کے لیے NO_2 گیس (بھورے رنگ کی گیس) کا مظاہرہ کیا جا سکتا ہے جو N_2O_2 (بے رنگ گیس) میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g); \; \Delta H = -57.2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

NO_2 گیس، جس کی تیاری مرتکز HNO_3 میں Cu کی چھیلن ڈال کر کی جاتی ہے، 5mL کی دو جانچ نلیوں میں اکٹھا کی جاتی ہے (ہر نلی میں گیس کے رنگ کی شدت ایک جیسی ہونی چاہیے) اور ڈھکن کو ایرلڈائٹ سے سیل کر دیا جاتا ہے۔ 250mL کے تین بیکر 1,2,3 جن میں بالترتیب انجمادی آمیزہ، کمرہ کے درجہ حرارت پر پانی اور گرم پانی (363K) لیے جاتے ہیں (شکل 7.9)۔ دونوں جانچ نلیوں کو 10-8 منٹ کے لیے بیکر نمبر 2 میں رکھ دیتے ہیں۔ اس کے بعد ان میں سے ایک کو بیکر نمبر 1 اور دوسری کو بیکر نمبر 3 میں رکھتے ہیں۔ اس تجربہ میں درجہ حرارت کا تعامل کی سمت پر اثر بہت اچھی طرح واضح ہوتا ہے۔ بیکر 1 میں کم درجہ حرارت پر پیش رفت تعامل N_2O_4 کو سبقت حاصل ہے، چونکہ تعامل حرارت زا ہے لہٰذا NO_2 کی وجہ سے ہونے والے بھورے رنگ کی شدت میں کمی آتی ہے۔ جبکہ بیکر 3 میں بہت زیادہ درجہ حرارت پر رجعتی تعامل کو سبقت حاصل ہوتی ہے اور NO_2 بنتا ہے۔ لہٰذا بھورے رنگ میں شدت آجاتی ہے۔



شکل 7.9 تعامل $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ کے لیے درجہ حرارت کا توازن پر اثر

حرارت خور تعامل میں بھی درجہ حرارت کا اثر دیکھا جا سکتا ہے

$$[Co(H_2O)_6]^{3+}(aq) + 4Cl^-(aq) \rightleftharpoons [CoCl_4]^{2-}(aq) + 6H_2O(l)$$

گلابی   بے رنگ   نیلا

کمرہ کے درجہ حرارت پر توازن آمیزہ کا رنگ $[CoCl_4]^{2-}$ کی وجہ سے نیلا ہے۔ جب اسے انجمادی آمیزے میں ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو آمیزے کا رنگ $[CO(H_2O)_6]^{3+}$ کی وجہ سے گلابی ہو جاتا ہے۔

7.8.5 وسیط کا اثر (Effect of a Catalyst)

ایک وسیط (Catalyst) متعامل کے ماحصل میں تبدیل ہونے کے لیے ایک نیا اور کم توانائی والا راستہ فراہم کر کے کیمیائی تعامل کی شرح کو بڑھا دیتا ہے۔ یہ پیش رفت اور پشت رفت تعاملوں کی شرح کو بڑھا دیتا ہے جو ایک ہی عبوری حالت سے گزرتے ہیں اور توازن پر اثر نہیں ڈالتا۔ وسیط پیش رفت اور پشت رفت دونوں کی ایکٹیویشن توانائی (Activation Energy) کو بالکل ایک جیسی مقدار میں کم کرتا ہے۔ وسیط تعامل آمیزے کی توازن ترکیب کو بالکل نہیں بدلتا۔ یہ متوازن کیمیائی مساوات میں ظاہر نہیں ہوتا اور نہ ہی توازن مستقلہ کے علامت میں ظاہر ہوتا ہے۔

آیئے ہم ڈائی نائٹروجن اور ڈائی ہائڈروجن سے بننے والی امونیا کا مطالعہ کریں جو ایک زبردست حرارت زا تعامل ہے اور جو اس طرح آگے بڑھتا ہے کہ بننے والے مولوں کی کل تعداد میں متعامل کے مقابلے میں کمی واقع ہوتی ہے۔ درجہ حرارت میں اضافے کے ساتھ توازن مستقلہ گھٹتا ہے۔ کم درجہ حرارت پر تعامل کی شرح کم ہوتی ہے کیونکہ توازن تک پہنچنے میں زیادہ وقت لگتا ہے جبکہ بہت زیادہ درجہ حرارت زیادہ بہتر شرح لیکن کم پیداوار دیتا ہے۔

جرمن کیمیاداں فرٹز ہیبر نے دریافت کیا کہ ایک وسیط جس میں آئرن ہے مختلف درجہ حرارت پر تسلی بخش شرح کے لیے تعامل کو کیٹلائز کرتا ہے جہاں NH_3 کے توازنی ارتکاز کافی حد تک مناسب ہوتے ہیں۔ چونکہ تعامل میں بننے والے مولوں کی تعداد متعاملوں کی تعداد سے کم ہوتی ہے NH_3 کی پیداوار کو دباؤ بڑھا کر بہتر بنایا جا سکتا ہے۔

وسیط کا استعمال کرتے ہوئے NH_3 کی تالیف میں درجہ حرارت اور دباؤ کی مناسب ترین حالت 500°C اور 200 atm کے قریب ہوتی ہے۔

اس طرح کانٹیکٹ پراسس کے ذریعہ سلفیورک ایسڈ کی بڑے پیمانے پر تیاری میں،

$$2SO_2(g) + O_2(g)\ 2SO_3(g);\quad K_c = 1.7 \times 10^{26}$$

حالانکہ K_c کی قدر محض مجوزہ قدر ہے لیکن عملی طور پر SO_2 سے SO_3 کی تکسید بہت دھیمی ہوتی ہے۔ لہٰذا پلیٹینم یا ڈائی وینیڈیم پینٹا آکسائڈ (V_2O_5) تعامل کی شرح بڑھانے کے لیے وسیط کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

نوٹ: اگر تعامل میں K کی قیمت بہت کم ہے تو وسیط زیادہ کارگر ثابت نہیں ہوتا۔

7.9 محلول میں آینی توازن (Ionic Equilibrium In Solution)

توازن کی سمت پر ارتکاز میں تبدیلی کے اثرات دیکھنے کے دوران آپ نے اتفاقاً مندرجہ ذیل توازن کو دیکھا ہے جس میں آین موجود ہیں:

$$Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+}(aq)$$

ایسے بے شمار توازن ہیں جن میں صرف آین شامل ہوتے ہیں۔ یہ سبھی کو معلوم ہے کہ چینی کا آبی محلول برقی ایصال نہیں کرتا۔ لیکن جب پانی میں سادہ نمک (سوڈیم کلورائڈ) ملایا جاتا ہے تو برق کا ایصال ہوتا ہے مزید یہ بھی کہ سادہ نمک کی مقدار بڑھانے سے برقی ایصال بھی بڑھ جاتا ہے۔ مائیکل فیراڈے نے اشیا کو ان کی برقی ایصالیت کی بنیاد پر دو زمروں میں تقسیم کیا تھا۔ اشیا کا ایک زمرہ اپنے آبی محلول میں برق

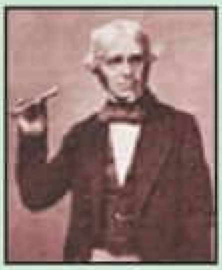
کا ایصال کرتا ہے اور الیکٹرولائٹ (Electrolyte) کہلاتا ہے۔ جبکہ وہ جو برق کا ایصال نہیں کرتے الیکٹرولائٹ نہیں ہیں۔ فیراڈے نے الیکٹرولائٹ کو مزید قوی اور کمزور الیکٹرولائٹ میں تقسیم کیا ہے۔ قوی الیکٹرولائٹ پانی میں گھلنے پر تقریباً پوری طرح آیونائز ہو جاتے ہیں جبکہ کمزور الیکٹرولائٹ کا افتراق جزوی طور پر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر سوڈیم کلورائڈ کے آبی محلول میں مکمل طور پر سوڈیم اور کلورائڈ آین ہی ہوتے ہیں جبکہ ایسیٹک ایسڈس غیر آیونائز ایسیٹک ایسڈ کے سالمات اور کچھ ایسیٹک آین اور پروٹان ہوتے ہیں یہ اس وجہ سے ہوتا ہے کہ سوڈیم کلورائڈ میں 100% آیونائزیشن ہوتا ہے جبکہ ایسیٹک ایسڈ میں اس کے مقابلے میں 5% سے بھی کم آیونائزیشن ہوتا ہے کیونکہ وہ ایک کمزور الیکٹرولائٹ ہے۔ یہ نوٹ کرنا چاہیے کہ کمزور الیکٹرولائٹ میں توازن آین اور غیر آیونائز سالموں کے درمیان قائم ہوتا ہے۔ آبی محلول میں اس قسم کا توازن **آینی توازن** (Ionic Equilibrium) کہلاتا ہے۔ تیزاب، اساس اور نمک الیکٹرولائٹ کی اس جماعت میں آتے ہیں اور وہ قوی یا کمزور الیکٹرولائٹ کی طرح عمل کر سکتے ہیں۔

7.10 تیزاب اساس اور نمک
(Acids, Bases And Salts)

تیزاب اساس اور نمک قدرتی ماحول میں بڑے پیمانے پر پائے جاتے ہیں ہائڈروکلورک ایسڈ جو کہ گیسٹرک رس (Gastric Juice) ہے میں موجود ہمارے معدہ کے استر کے ذریعہ روزانہ 1-2-1.5 لیٹر کے حساب سے افراز ہوتا ہے جو عمل ہضم کے لیے لازمی ہوتا ہے ایسیٹک ایسڈ سرکہ کا اہم جز ہوتا ہے۔ نیبو اور سنترہ کے رس میں سٹرک ایسڈ (Citric Acid) اور اسکاربک ایسڈ (Ascorbic Acid) پائے جاتے ہیں، لفظ ایسڈ لاطینی لفظ 'ایسڈس' (Acidus) سے ماخوذ ہے جس کے معنی ہیں کھٹا۔ تیزاب نیلے لٹمس کاغذ کو لال رنگ میں تبدیل کرتے ہیں اور دھاتوں سے تعامل کرنے پر ہائڈروجن گیس دیتے ہیں اسی طرح اساس (Base) لال لٹمس کاغذ کو نیلے رنگ میں تبدیل کرتے ہیں، ان میں کڑواہٹ ہوتی ہے اور یہ صابن کی طرح چکنے ہوتے ہیں اساس کی ایک عام مثال کپڑے دھونے کا سوڈا ہے جو دھونے کے کام میں آتا ہے۔ جب تیزاب اور اساس صحیح تناسب میں ملائے جاتے ہیں تو وہ ایک دوسرے کے ساتھ تعامل کر کے نمک بناتے ہیں۔ نمکوں کی کچھ عام مثالیں سوڈیم کلورائڈ، بیریم سلفیٹ، سوڈیم نائٹریٹ وغیرہ ہیں۔ سوڈیم کلورائڈ (عام نمک) ہماری غذا کا ایک اہم حصہ ہے اور ہائڈروکلورک ایسڈ اور سوڈیم ہائڈروآکسائڈ کے تعامل سے بنتا ہے۔ یہ ٹھوس حالت میں مثبت چارج والے سوڈیم آین اور منفی چارج والے کلورائڈ آین کے گچھے کی شکل میں پایا جاتا ہے جو مخالف چارج والی انواع کے درمیان کام کرنے والے برق سکونی باہمی عمل کے ذریعہ ایک دوسرے سے جڑے رہتے ہیں (شکل 7.10)۔ چارجوں کے درمیان برق سکونی قوتیں میڈیم کے ڈائی الیکٹرک مستقلہ کے مقلوب تناسب میں ہوتی ہیں۔ پانی ایک آفاقی محلل ہے جس کا ڈائی الیکٹرک مستقلہ بہت زیادہ ہوتا ہے جو کہ 80 ہے۔ اس طرح جب نمک پانی میں گھولا جاتا ہے برق سکونی باہمی عمل 80 کے فیکٹر سے کم ہو جاتا ہے اور یہ آین کے محلول میں آزاد گھومنے میں مدد کرتا ہے۔ اس کے علاوہ یہ پانی کے سالموں کے ساتھ ہائڈریشن کی وجہ سے بھی کافی علیحدہ رہتے ہیں۔

شکل **7.10** سوڈیم کلورائڈ کا پانی میں گھلنا۔ Na^+ اور Cl^- پانی کے قطبی سالموں کے ساتھ ھائڈریشن کے سبب مستحکم ہو گئے ھیں۔

پانی میں ہائڈروکلورک ایسڈ اور ایسیٹک ایسڈ کے آیونائزیشن کا مقابلہ کرنے پر ہم دیکھتے ہیں کہ اگرچہ دونوں ہی قطبی شریک گرفت سالمے ہیں لیکن پہلا والا اپنے ترکیبی آینوں میں پوری طرح آیونائز ہو جاتا ہے جبکہ بعد والا صرف جزوی طور پر (< 5%) آیونائز ہوتا ہے۔ جس حد تک



مائیکل فراڈے
(1791-1867)

فیراڈے کی پیدائش لندن کے قریب ایک گھرانے میں ہوئی جس کے پاس بہت کم اساسہ تھا۔ 14 سال کی عمر میں انہوں نے ایک جلد ساز کے یہاں کام کرنا شروع کیا جس نے فیراڈے کو اجازت دی کہ وہ ان کتابوں کو پڑھ سکتا ہے جن کی وہ جلد سازی کرتا ہے۔ خوش قسمتی سے اسے ڈیوی کی تجربہ گاہ میں بطور اسسٹنٹ کام کرنے کا موقع ملا، اور 14-1813 میں وہ ان کے ساتھ کونٹینینٹ گیا۔ اس سفر کے دوران کئی نمایاں سائنس دانوں سے اس کا رابطہ قائم ہوا جس سے اس نے بہت کچھ سیکھا۔ 1825 میں اس نے ڈیوی کے بعد رائل انسٹی ٹیوٹ کی تجربہ گاہوں کے ڈائریکٹر کا عہدہ سنبھالا اور 1833 میں وہ کیمیا کا پہلا فُلیرین پروفیسر بنا۔ فیراڈے کا پہلا اہم کام تحلیلی کیمیا (Analytical Chemistry) پر تھا۔ 1821 کے بعد اس کا زیادہ تر کام برقیات، مقناطیسیت اور مختلف برقی مقناطیسی اعمال پر تھا۔ اس کے خیالات نے جدید فیلڈ تھیوری کی بنیاد ڈالی۔ 1834 میں اس نے اپنے الیکٹرولسس کے دو کُلیّہ دریافت کیے۔ فیراڈے بہت سادہ اور نرم دل انسان تھے۔ انہوں نے اعزازات کو قبول کرنے سے انکار کیا اور کسی سائنسی تنازع سے اپنے آپ کو علیحدہ رکھا۔ انہوں نے ہمیشہ اکیلے ہی کام کرنا پسند کیا اور کبھی اسسٹنٹ نہیں رکھا۔ انہوں نے سائنس کی اشاعت مختلف طریقوں سے کی جس میں ان کی جمعہ کی شام کا خطبہ بھی شامل تھا جو انہوں نے رائل انسٹی ٹیوٹ میں قائم کیا تھا۔ وہ اپنے کرسمس کے خطبہ' شمع کی کیمیائی تاریخ (Chemical History of a Candle) کے لیے بہت مشہور ہیں۔ انہوں نے تقریباً 450 سائنسی مضامین شائع کیے۔

یہ آیونائز ہوسکتا ہے وہ بند کی قوت پر منحصر ہوتی ہے اور اس حد پر بھی جہاں تک حاصل شدہ آینو کی سولویشن ہوسکتی ہے۔ افتراق اور آیونائزیشن کی اصطلاحات کا استعمال مختلف معنی میں پہلے بھی کیا گیا ہے۔ افتراق پانی میں آینوں کی علیحدگی کے اس عمل کو بتاتا ہے جو پہلے سے ہی منحل کی ٹھوس حالت میں موجود ہوتے ہیں اس طرح جیسے کہ سوڈیم کلورائڈ میں پائے جاتے ہیں۔ دوسری طرف آیونائزیشن وہ عمل ہے جس میں ایک تعدیلی سالمہ محلول میں چارج شدہ آینوں میں ٹوٹ جاتا ہے۔ یہاں ہم ان دونوں اصطلاحات میں فرق نہیں کریں گے اور دونوں کو ادل بدل کر استعمال کریں گے۔

7.10.1 تیزاب اور اساس کا آرہینیس تصور (Arrhenius Concept of Acids and Bases)

آرہینس کے نظریہ کے مطابق تیزاب وہ مادّے ہوتے ہیں جو پانی میں ٹوٹ کر $H^+(aq)$ ہائڈروجن آین دیتے ہیں اور اساس وہ مادّے ہوتے ہیں جو پانی میں ٹوٹ کر $OH^-(aq)$ ہائڈرو کسل آین دیتے ہیں۔" ایک ایسڈ HX (aq) کا آیونائزیشن مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$HX\,(aq) \rightarrow H^+(aq) + X^-\,(aq)$$

یا

$$HX(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + X^-(aq)$$

ایک خالی پروٹان H^+ بہت زیادہ تعامل پذیر ہوتا ہے اور آبی محلول میں آزاد نہیں رہ سکتا لہٰذا وہ محلل پانی کے سالمہ کے آکسیجن ایٹم کے ساتھ بند بنا کر ٹرائی گونل بائی پیرامڈل ہائڈرونیم آین H_3H^+ بناتا ہے $\{[H\,(H_2O)]^+\}$ (دیکھئے باکس)۔

اسی طرح ایک اساس MOH آبی محلول میں مندرجہ ذیل مساوات کے مطابق آیونائز ہوتا ہے۔

$$MOH(aq) \rightarrow M^+(aq) + OH^-(aq)$$

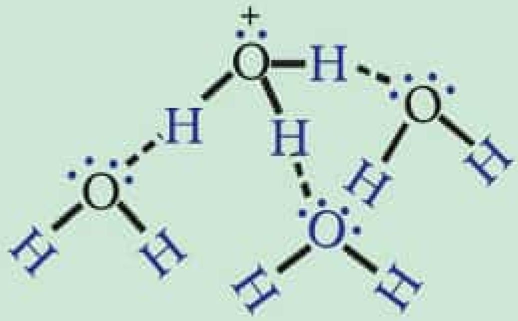
ہائڈروکسل آین بھی آبی محلول میں آبیدہ شکل میں پایا جاتا ہے۔ تیزاب اور اساس کے آرہینیس کے تصور کی بہت سی حدود ہیں چونکہ یہ صرف آبی محلول کے لیے ہی کارگر ہے اور امونیا جیسے ماڈوں کی اساسی نوعیت کی وضاحت نہیں کرتا جس میں ہائڈروکسل گروپ نہیں ہوتے۔

7.10.2 برونسٹڈ لاری تیزاب اور اساس (The Brönsted-Lowry Acids and Bases)

ڈینش کیمیاداں، جونس برونسٹڈ اور انگریز کیمیاداں، تھامس ایم۔ لاری نے تیزاب اور اساس کی ایک زیادہ عمومی تعریف پیش کی۔ برونسٹڈ لاری نظریے کے مطابق "ایسڈ وہ اشیا ہوتی ہیں جو ایک ہائڈروجن H^+ عطیہ کر سکتی ہیں اور اساس وہ ہوتے ہیں جو ہائڈروجن آین قبول کرتے ہیں: مختصر طور پر تیزاب پروٹان معطی (Donar) اور اساس پروٹان قبول کار ہوتے ہیں۔

ہائڈرونیم اور ہائڈروکسل آین
(Hydronium and Hydroxyl Ions)

ہائڈروجن آین بذات خود صرف ایک پروٹان ہے جس کی جسامت بہت کم ہوتی ہے (10^{15}- نصف قطر) اور برقی میدان بہت زیادہ۔ یہ اپنے آپ کو پانی کے سالمہ کے ساتھ دو لون پیئر میں سے ایک سے متحد ہوکر H_3O^+ دیتا ہے۔ یہ نوع ٹھوس حالت میں بہت سے مرکبات میں پائی گئی ہے (مثلاً $H_3O^+Cl^-$)۔ آبی محلول میں ہائڈرونیم آین مزید ہائڈریٹ ہوکر $H_5O_2^+$, $H_7O_3^+$ اور $H_9O_4^+$ جیسی انواع دیتا ہے۔ اسی طرح ہائڈروکسل آین بھی آبیدہ ہوکر $H_3O_2^-$ $H_5O_3^-$ اور $H_7O_4^-$ وغیرہ جیسی انواع دیتا ہے۔



$H_9O_4^+$

مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ دکھائے گئے امونیا کے پانی میں افتراق کی مثال پر غور کیجیے:

پروٹان کا اضافہ ہوا

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

تیزاب   اساس   جفتی تیزاب   جفتی اساس

ایک پروٹان ضائع ہوا

ہائڈروکسل آین کے سبب ایک اساسی محلول بنتا ہے۔ اس تعامل میں پانی کے سالمے پروٹان معطی کے طور پر کام کرتے ہیں اور امونیا کے سالمے پروٹان قبول کار کے طور پر۔ لہٰذا یہ بالترتیب لاری۔ برونسٹڈ تیزاب اور اساس کہلاتے ہیں۔ پشت رفت تعامل میں H^+ آین NH_4^+ سے OH^- کو منتقل ہو جاتا ہے۔ اس حالت میں NH_4^+ برونسٹڈ اساس کے طور پر کام کرتے ہیں۔ تیزاب اساس کا جوڑا جس میں صرف ایک پروٹان کا فرق ہوتا ہے وہ جفتی تیزاب اساس جوڑا (Conjugate Acid-base Pair) کہلاتا ہے۔ لہٰذا OH^- تیزاب H_2O کا جفتی اساس کہلائے گا اور NH_4^+ اساس NH_3 کا جفتی تیزاب کہلاتا ہے۔ اگر **برونسٹڈ تیزاب ایک قوی تیزاب ہے تو اس کا جفتی اساس کمزور اساس ہوگا اور اس کے برخلاف بھی۔** یہ قابل غور ہے کہ جفتی تیزاب کے پاس ایک اضافی پروٹان ہوتا ہے اور ہر جفتی اساس کے پاس ایک پروٹان کم ہوتا ہے۔

ہائڈروکلورک ایسڈ کے پانی میں آیونائزیشن کی مثال لیجیے۔ HCl(aq) پانی کے سالمے کو ایک پروٹان دے کر ایک تیزاب کی طرح کام کرتا ہے جبکہ پانی ایک اساس ہوتا ہے

پروٹان کا اضافہ

$$HCl(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

تیزاب   اساس   جفتی تیزاب   جفتی اساس

loses proton

مندرجہ بالا مساوات میں یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ پانی ایک اساس کی طرح کام کرتا ہے۔ نوع H_3O^+ پیدا ہوتی ہے جب پانی ایک پروٹان HCl سے قبول کرتا ہے۔ لہٰذا Cl^-، HCl کا جفتی اساس ہوتا ہے اور HCl اساس Cl^- کا جفتی تیزاب ہوا۔ اسی طرح پانی H_3O^+ تیزاب کا جفتی اساس اور H_3O^+ اساس H_2O کا جفتی تیزاب ہوتا ہے۔

یہاں یہ مشاہدہ دلچسپ ہے کہ پانی ایک تیزاب اور اساس کا دوہرا کردار نبھا رہا ہے۔ HCl کے ساتھ تعامل میں پانی ایک اساس کی طرح کام کرتا ہے جبکہ امونیا کے ساتھ تعامل میں وہ ایک پروٹان دے کر تیزاب کا کام کرتا ہے۔

مسئلہ 7.12

مندرجہ ذیل برونسٹڈ تیزابوں کے لیے جفتی اساس کیا ہوں گے: HF، H_2SO_4 اور HCO_3^-؟

حل

جفتی اساس کے پاس ایک پروٹان کم ہونا چاہیے لہٰذا ان کے بالترتیب جفتی اساس ہوں گے: F^-، HSO_4^- اور CO_3^{2-}۔


ساونتے آرھینیئس
(1859-1927)

آرھینیئس سویڈن میں اپسالا کے پاس پیدا ہوئے۔ انہوں نے 1884 میں اپسالا یونیورسٹی میں اپنا تحقیقی مقالہ الیکٹرولائٹ محلول کی ایصالیت" (Conductivities of Electrolyte Solution) پیش کیا۔ اگلے پانچ سالوں میں وسیع پیمانے پر سفر کیے اور یوروپ کے بہت سے تحقیقی مراکز کا دورہ کیا۔ 1895 میں وہ یونیورسٹی آف اسٹاکھوم میں طبیعات کے پروفیسر کے عہدے پر فائز ہوئے۔ جہاں 1897 سے 1902 تک آپ اس کے ریکٹر رہے۔ 1905 سے انتقال کے وقت تک نوبل انسٹی ٹیوٹ آف اسٹاک ہوم میں فزیکل کیمسٹری کے ڈائریکٹر کے طور پر کام کیا۔ کئی برسوں تک آپ برقی محلول پر کام کرتے رہے۔ 1899 میں آپ نے ایک مساوات کی بنیاد پر تعامل کی شرح پر درجہ حرارت کے انحصار پر بحث کی جو اب عام طور پر آرھینیس کی مساوات کہلاتی ھے۔

انہوں نے مختلف شعبوں میں کام کیا ھے اور امّیو نو کیمسٹری (Immunochemistry)، علم کائنات (Cosomolgy)، زندگی کی ابتدا (Origin of Life) اور دور برفانی (Ice Age) کی وجوھات وغیرہ میں ان کا اھم تعاون رھا ھے۔ وہ پھلے سائنسدان تھے جنھوں نے 'سبز گھر اثر پر اسی نام سے بحث کی۔ انھیں 1903 میں علم کیمیا میں برق پاشی افتراق (Electrolytic Dissociation) اور علم کیمیا کے ارتقاء میں اس کے استعمال پر نوبل پرائز ملاتھا۔

مسئلہ 7.13

مندرجہ ذیل برونسٹڈ اساسوں کے لیے جفتی تیزاب لکھیے:
NH_3, NH_2^- اور $HCOO^-$ ؟

حل

جفتی تیزاب کے پاس ہر ایک میں ایک پروٹان زائد ہونا چاہیے لہٰذا ان کے مطابق جفتی تیزاب بالترتیب NH_4^+, NH_3 اور HCOOH ہیں۔

مسئلہ 7.14

انواع H_2O, HCO_3^-, HSO_4^- اور NH_3 برونسٹڈ تیزاب اور اساس دونوں طرح کام کرسکتی ہیں۔ ان میں سے ہر ایک کے لیے جفتی تیزاب اور جفتی اساس بتائیے

حل

جواب مندرجہ ذیل جدول میں دیا گیا ہے:

نوع	جفتی تیزاب	جفتی اساس
H_2O	H_3O^+	OH^-
HCO_3^-	H_2CO_3	CO_3^{2-}
HSO_4^-	H_2SO_4	SO_4^{2-}
NH_3	NH_4^+	NH_2^-

7.10.3 لیوئس تیزاب اور اساس
(Lewis Acids and Bases)

جی۔ این لیوئس نے 1923 میں تیزاب کی تعریف بیان کرتے ہوئے کہا تھا کہ یہ وہ نوع ہے جو الیکٹران کے جوڑے کو قبول کرے اور اساس وہ نوع ہے جو الیکٹران جوڑے کا عطیہ دے۔ جہاں تک اساس کا تعلق ہے برونسٹڈ لاری اور لیوئس کے تصورات میں کوئی فرق نہیں ہے کیونکہ دونوں حالتوں میں اساس الیکٹران کا ایک تنہا جوڑا مہیا کرتے ہیں۔ تاہم لیوئس کے نظریہ میں بہت سے تیزابوں میں پروٹان نہیں ہوتے۔ ایک مخصوص مثال الیکٹران کی کمی والے BF_3 کا NH_3 سے تعامل ہے۔

BF_3 میں کوئی پروٹان نہیں ہے لیکن اس کے باوجود یہ تیزاب کی طرح کام کرتا ہے اور NH_3 کے الیکٹران کا تنہا جوڑا قبول کر کے اس کے ساتھ تعامل کرتا ہے۔ اس تعامل کو مندرجہ ذیل مساوات سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$BF_3 + :NH_3 \rightarrow BF_3:NH_3$$

الیکٹران کی کمی والی انواع جیسے $AlCl_3$ ، Co^{3+} ، Mg^{2+} وغیرہ لیوئس تیزاب کی طرح کام کرتی ہیں جبکہ H_2O، NH_3، OH^- وغیرہ جو الیکٹران جوڑا دے سکتے ہیں لیوئس اساس کی طرح کام کرتے ہیں۔

مسئلہ 7.15

مندرجہ ذیل انواع کو لیوئس تیزاب اور لیوئس اساس کے طور پر تقسیم کیجیے اور بتائیے کہ یہ ایسے کس طرح کام کرتے ہیں:

(a) HO^- (b) F^- (c) H^+ (d) BCl_3

حل

(a) ہائڈروکسل آین ایک لیوئس اساس ہے اور وہ ایک الیکٹران کا جوڑا دے سکتا ہے (OH^-)۔

(b) فلورائڈ آین لیوئس اساس کی طرح کام کرتا ہے اور وہ اپنے چار الیکٹران تنہا جوڑوں میں سے ایک دے سکتا ہے۔

(c) ایک پروٹان لیوئس تیزاب ہے کیونکہ وہ اساس جیسے ہائڈروکسل آین اور فلورائڈ آین سے الیکٹران کے جوڑے کو قبول کرسکتا ہے۔

(d) BCl_3 ایک لیوئس تیزاب کی طرح کام کرتا ہے اور وہ امونیا یا امین (Amine) جیسی انواع سے الیکٹران کا ایک تنہا جوڑا قبول کرسکتا ہے۔

7.11 تیزاب اور اساس کا آیونائزیشن

(Ionization Of Acids And Bases)

آرہینیئس کا تیزاب اور اساس کا تصور وہاں زیادہ فائدہ مند ہے جہاں تیزاب اور اساس کا آیونائزیشن ہوتا ہے کیونکہ زیادہ تر کیمیائی اور حیاتیاتی اعمال میں آیونائزیشن آبی وسیلے میں ہوتا ہے۔ قوی تیزاب جیسے پرکلورک ایسڈ ($HClO_4$)، ہائڈروکلورک ایسڈ (HCl)، ہائڈرو برومک ایسڈ (HBr) ہائڈروآیوڈک ایسڈ (HI) نائٹرک ایسڈ (HNO_3) اور سلفیورک ایسڈ (H_2SO_4) قوی اس لیے کہلاتے ہیں کیونکہ یہ آبی محلول میں تقریباً پوری طرح اپنے ترکیبی آینوں میں تحلیل ہو جاتے ہیں، اور اس طرح پروٹان (H^+) معطی بن جاتے ہیں۔ اسی طرح قوی اساس جیسے لیتھیم ہائڈروآکسائڈ (LiOH)، سوڈیم ہائڈرو آکسائڈ (NaOH)، پوٹاشیم ہائڈروآکسائڈ (KOH) سیزیم ہائڈروآکسائڈ (CsOH) اور بیریم ہائڈروآکسائڈ $Ba(OH)_2$ آبی محلول میں مکمل طور پر افتراق کرنے کے بعد OH^- دیتے ہیں۔ آرہینیئس کے تصور کے مطابق یہ قوی تیزاب اور اساس ہیں اور یہ مکمل طور پر افتراق کر کے میڈیم میں بالترتیب H_3O^+ اور OH^- دیتے ہیں۔ بصورت دیگر کسی تیزاب یا اساس کی قوت برونسٹڈ

لاری تصور کی اصطلاح میں بھی ناپی جاسکتی ہے جہاں قوی تیزاب کا مطلب ہے ایک اچھا پروٹان معطی اور قوی اساس کا مطلب ہے ایک اچھا پروٹان قبول کار۔ ایک کمزور تیزاب HA میں تیزاب اساس افتراق توازن دیکھیے۔

$$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$$

تیزاب   اساس   جفتی تیزاب   جفتی اساس

سیکشن 7.10.2 میں ہم نے دیکھا کہ تیزابی (یا اساسی) افتراق توازن حرکی نوعیت کا ہے جس میں پروٹان کی منتقلی پیش اور پشت سمت میں ہوتی ہے۔ اب سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ اگر توازن حرکی ہے تو وقت گزرنے کے ساتھ کون سی سمت موافق ہوگی؟ اس کے پیچھے کون سی قوت کارفرما ہے؟ ان سوالات کا جواب دینے کے لیے افتراق توازن میں شامل دو تیزابوں (یا اساسوں) کی قوت کا مقابلہ کرنے کے سوال پر بحث کریں گے۔ مذکورہ بالا تیزابی افتراق توازن میں موجود دو تیزابوں HA اور H_3O^+ اور محلول میں زیادہ تر A^- اور H_3O^+ آین ہوں گے۔ توازن کمزور تیزاب اور کمزور اساس کی تشکیل کی سمت آگے بڑھے گا۔ کیونکہ قوی تیزاب قوی اساس کو پروٹان دیتے ہیں۔

اس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ قوی تیزاب کا پانی میں مکمل افتراق ہوتا ہے اور بننے والا اساس بہت کمزور ہوتا ہے یعنی، قوی تیزابوں کے جفتی اساس بہت کمزور ہوتے ہیں۔ قوی تیزاب جیسے پرکلورک ایسڈ ($HClO_4$)، ہائڈروکلورک ایسڈ (HCl) ہائڈرو برومک ایسڈ (HBr) ہائڈرو آیوڈک ایسڈ (HI)، نائٹرک ایسڈ (HNO_3) اور سلفیورک ایسڈ (H_2SO_4) جفتی اساس آین ClO_4^-، Cl، Br^-، I^-، NO_3^- اور HSO_4^- دیں گے جو پانی (H_2O) کے مقابلے میں کمزور اساس ہیں۔ اسی طرح ایک بہت قوی اساس کمزور جفتی تیزاب دے گا۔ دوسری طرف ایک کمزور تیزاب مان لیجیے HA آبی وسیلے میں صرف جزوی طور پر افتراق کرتا ہے لہٰذا، محلول میں خاص کر غیر افتراق شدہ HA سالمے ہوں گے۔ عام کمزور تیزاب نائٹرس ایسڈ (HNO_2) ہائڈروفلورک ایسڈ (HF) اور ایسیٹک ایسڈ (CH_3COOH) ہیں۔ یہ قابل غور ہے کہ کمزور تیزابوں کے بہت قوی جفتی اساس ہوتے ہیں مثال کے طور پر NH_2^-، O_2^- اور H^- بہت اچھے پروٹان قبول کار ہیں لہٰذا یہ H_2O کے مقابلے میں زیادہ قوی اساس ہیں۔

پانی میں حل پذیر کچھ نامیاتی مرکبات جیسے فنالفتھلین (Phenolphthalein) اور بروموتھائی مول بلو (Bromothymol Blue) کمزور تیزاب کی طرح عمل کرتے ہیں اور اپنی تیزابی شکل (HIn) اور جفتی اساسی شکل (In^-) میں مختلف رنگ ظاہر کرتے ہیں۔

$$HIn(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + In^-(aq)$$

تیزاب کا اڈیکٹر   جفتی تیزاب   جفتی اساس

رنگ A   رنگ B

ایسے مرکبات تیزاب۔ اساس ٹائٹریشن میں انڈیکیٹر کے طور پر مفید ہوتے ہیں۔

7.11.1 پانی اور اس کے آئنی ماحصل کا آیونائزیشن مستقلہ (The Ionization Constant of Water and its Ionic Product)

کچھ اشیا جیسے پانی میں مخصوص صلاحیت ہوتی ہے کہ وہ تیزاب اور اساس دونوں کی طرح کام کرسکتی ہیں۔ یہ ہم سیکشن 7.10.2 میں پانی کے ساتھ دیکھ چکے ہیں۔ تیزاب HA کی موجودگی میں یہ پروٹان لیتا ہے اور ایک اساس کی طرح کام کرتا ہے، جبکہ اساس B^- کی موجودگی میں یہ پروٹان دے کر تیزاب کی طرح کام کرتا ہے۔ شفاف پانی میں، ایک H_2O سالمہ پروٹان دیتا ہے اور تیزاب کی طرح کام کرتا ہے جبکہ دوسرا سالمہ اسی وقت پروٹان قبول کر کے ایک اساس کی طرح کام کرتا ہے اور توازن قائم ہوتا ہے

$$H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

تیزاب   اساس   جفتی تیزاب   جفتی اساس

افتراقی مستقلہ کو اس طرح ظاہر کرتے ہیں۔

$$K = [H_3O^+]\,[OH^-] \,/\, [H_2O] \qquad (7.26)$$

نسب نما میں سے پانی کے ارتکاز کو نکال دیتے ہیں کیونکہ پانی ایک خالص شے ہے اور اس کا ارتکاز مستقل رہتا ہے۔ $[H_2O]$ کو توازن مستقلہ میں شامل کر لیتے ہیں جو ایک نیا مستقلہ K_w دیتا ہے جو پانی کا آئنی ماحصل (Ionic Product of Water) کہلاتا ہے۔

$$K_w = [H^+][OH^-] \qquad (7.27)$$

298K پر H^+ کا ارتکاز تجرباتی طور پر 1.0×10^{-7} M پایا گیا ہے۔ اور چونکہ پانی کا افتراق H^+ اور OH^- آئنوں کی برابر مقدار فراہم کرتا ہے۔ لہٰذا ہائڈروکسل آئن $[OH^-]$ کا ارتکاز $[OH^-] = H^+ = 1.0 \times 10^{-7}$ M ہوتا ہے لہٰذا 298 K پر K_w کی قیمت،

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = (1 \times 10^{-7})^2 = 1 \times 10^{-14}\ M^2 \qquad (7.28)$$

K_w کی قیمت درجہ حرارت منحصر ہوتی ہے کیونکہ یہ ایک توازن مستقلہ ہوتا ہے۔

خالص پانی کی کثافت 1000g/L ہوتی ہے اور اس کی مولر کمیت 18.0g/ mol ہوتی ہے۔ اس سے شفاف پانی کی مولارتی مندرجہ ذیل طریقہ سے دی جاسکتی ہے:

$$[H_2O] = (1000\ g/L)(1\ mol/18.0\ g) = 55.55\ M$$

لہٰذا افتراق شدہ پانی کا غیر افتراق شدہ پانی سے تناسب اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔ $10^{-7}/(55.55) = 1.8 \times 10^{-9}$ یا ~ 2 in 10^{-9}

(لہٰذا توازن خاص طور پر غیر افتراق شدہ پانی کی سمت رہتا ہے)

ہم تیزابی، تعدیلی اور اساسی آبی محلولوں کو H_3O^+ اور OH^- کے ارتکاز کی نسبتی قدروں سے پہچان سکتے ہیں۔

تیزابی: $[H_3O^+] > [OH^-]$

تعدیلی: $[H_3O^+] = [OH^-]$

اساسی: $[H_3O^+] < [OH^-]$

7.11.2 pH پیمانہ (The pH Scale)

مولاریت میں ہائڈرونیم آئن کے ارتکاز کو زیادہ آسانی سے لوگارتم پیمانے پر ظاہر کیا جاتا ہے جسے pH پیمانہ کہتے ہیں۔ کسی محلول کی pH ہائڈروجن آئن ایکٹیوٹی (a_{H^+}) کا 10 کے اساس پر منفی لوگارتم ہے۔ ڈائی لیوٹ محلول (< 0.01m) میں ہائڈروجن آئن $[H^+]$ کی ایکیوٹی کے ذریعہ ظاہر کی گئی مولاریت کی قدر کے برابر ہوتی ہے یہ نوٹ کیا جانا چاہئے کہ عمل (ایکٹوٹی) کی کوئی اکائی نہیں ہوتی اور اس کی مندرجہ ذیل طریقہ سے تعریف کی جاسکتی ہے۔

$$a_{H^+} = [H^+] \,/\, mol\ L^{-1}$$

pH کی تعریف سے مندرجہ ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$pH = -\log a_{H^+} = -\log \{[H^+] \,/\, mol\ L^{-1}\}$$

لہٰذا HCl کے تیزابی محلول (10^{-2} M) کی pH = 2 ہوگی۔ اسی طرح NaOH کے اساسی محلول جس کے لیے $[OH^-] = 10^{-4}$ M اور $[H_3O^+] = 10^{-10}$ M ہے pH=10 ہوگی۔ 25°C پر شفاف پانی

کا ہائڈروجن آین ارتکاز $[OH^-] = 10^{-7}$ M ہوتا ہے، لہٰذا شفاف پانی کی pH کو اس طرح دکھایا جا سکتا ہے۔

$$pH = -\log(10^{-7}) = 7$$

تیزابی محلولوں کے ہائڈروجن آین ارتکاز $[H^+] > 10^{-7}$ M ہوتے ہیں جبکہ اساسی محلولوں کے ہائڈروجن آین ارتکاز $[H^+] < 10^{-7}$ M ہوتے ہیں۔ اس طرح ہم خلاصہ کر سکتے ہیں کہ:

تیزابی محلول میں $pH < 7$

اساسی محلول میں $pH > 10$

تعدیلی محلول میں $pH = 7$

اب دوبارہ مساوات (7.28) کو 298 K پر دیکھیے

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

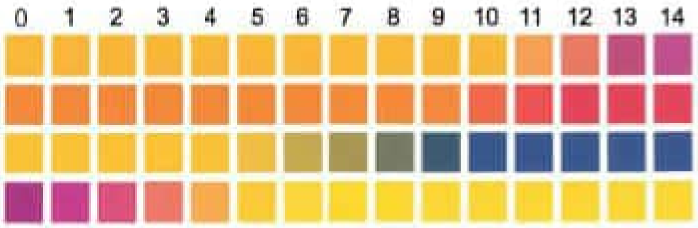
مساوات کی دونوں سمتوں کے منفی لوگارتم لینے پر، ہمیں ملے گا۔

$$-\log K_w = -\log([H_3O^+][OH^-])$$
$$= -\log[H_3O^+] - \log[OH^-]$$
$$= -\log 10^{-14}$$
$$pK_w = pH + pOH = 14$$

غور کیجیے کہ اگر چہ K_w درجہ حرارت میں تبدیلی کے ساتھ بدل سکتا ہے درجہ حرارت کے ساتھ pH میں تبدیلی بہت معمولی ہوتی ہے اور ہم اسے نظر انداز کر سکتے ہیں۔

آبی محلولوں کے لیے pK_w بہت اہم مقدار ہے جو ہائڈروجن آین اور ہائڈروکسل آین کے نسبتی ارتکاز کو کنٹرول کرتا ہے جبکہ ان کا ماحصل مستقل ہوتا ہے۔ یہ نوٹ کیا جانا چاہیے کہ چونکہ pH پیمانہ لوگارتی ہے، pH میں صرف ایک اکائی کی تبدیلی کا مطلب یہ بھی ہے کہ H^+ فیکٹر 10 سے تبدیل ہوتا ہے تو pH کی قیمت دو اکائیوں سے تبدیل ہوتی ہے۔ اب آپ سمجھ گئے ہوں گے کہ درجہ حرارت کے ساتھ pH کی تبدیلی کو اکثر کیوں نظر انداز کیا جاتا ہے۔

کسی محلول کی pH کی پیمائش لازمی ہے کیونکہ حیاتیاتی اور کاسمیٹک استعمال کے لیے اس کا معلوم ہونا ضروری ہے۔ کسی محلول کی pH کا اندازہ ایک pH کاغذ کی مدد سے لگایا جا سکتا ہے جس کا رنگ مختلف pH کے محلولوں میں کاغذ مختلف ہوتا ہے۔ آج کل ایسے pH کاغذ دستیاب ہیں جن میں چار پٹیاں ہوتی ہیں ایک ہی pH پر الگ الگ پٹیوں کے رنگ الگ ہوتے ہیں (شکل 7.11)۔ pH کاغذ کا استعمال کر کے 1-14 کی رینج میں 0.5~ کی درستگی تک pH معلوم کی جا سکتی ہے۔



شکل 7.11 چار پٹیوں کے ساتھ pH کاغذ جس میں یکساں pH پر مختلف رنگ ہو سکتے ہیں۔

زیادہ درستی (Accuracy) کے لیے pH میٹر کا استعمال کیا جاتا ہے۔ pH میٹر ایک ایسا آلہ ہوتا ہے جس سے جانچ محلول کا pH پر منحصر برقی مضمر 0.001 درستگی صحت تک ناپا جا سکتا ہے۔ قلم کی جسامت کے pH پیمانے اب بازار میں دستیاب ہیں۔ کچھ عام اشیا کی pH جدول 7.5 میں دی گئی ہیں۔

جدول 7.5 کچھ عام اشیاء کی pH

سیال کا نام	pH	سیال کا نام	pH
NaOH کا سیر شدہ محلول	~15	سیاہ کافی	5.0
0.1M NaOH، محلول	13	ٹماٹر کا رس	~4.2
چونے کا پانی	10.5	سوفٹ ڈرنک اور سرکہ	~3.0
ملک آف میگنیشیا	10	نیبو کا رس	~2.2
انڈے کی سفیدی، سمندر کا پانی	7.8	گیسٹرک جوس	~1.2
انسانی خون	7.4	HCl IM محلول	~0
دودھ	6.8	مرتکز HCl	~-1.0
انسانی لعاب	6.4		

مسئلہ 7.16

ایک سوفٹ ڈرنک کے نمونے میں ہائڈروجن آین کا ارتکاز $3.8\times10^{-3}M$ ہے۔ اس کی pH کیا ہوگی؟

حل

$$pH = -\log[3.8\times10^{-3}]$$
$$= -\{\log[3.8] + \log[10^{-3}]\}$$
$$= -\{(0.58) + (-3.0)\} = -\{-2.42\} = 2.42$$

سوفٹ ڈرنک کا pH 2.42 ہے اور یہ اندازہ لگایا جا سکتا ہے کہ وہ تیزابی ہے

مسئلہ 7.17

$1.0\times10^{-8}M$ HCl محلول کی pH معلوم کیجیے۔

حل

$$2H_2O\,(l) \rightleftharpoons H_3O^+\,(aq) + OH^-(aq)$$
$$K_w = [OH^-][H_3O^+] = 10^{-14}$$

مان لیجیے H_2O سے، $x=[OH^-]=H_2O^+$ ۔H_3O^+ کا ارتکاز پیدا ہوگا (i) گھلنے والے HCl کے آیونائزیشن سے یعنی:

$$HCl(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+\,(aq) + Cl^-(aq)$$

اور (ii) H_2O کے آیونائزیشن سے۔ بہت زیادہ ڈائی لیوٹ ان محلولوں میں H_3O^+ کے دونوں ذرائع پر غور کرنا چاہیے۔

$$[H_3O^+] = 10^{-8} + x$$
$$K_w = (10^{-8} + x)(x) = 10^{-14}$$

یا

$$x^2 + 10^{-8}\,x - 10^{-14} = 0$$
$$[OH^-] = x = 9.5\times10^{-8}$$

لہٰذا pH=6.98 اور pOH=7.02

7.11.3 کمزور تیزابوں کے آیونائزیشن مستقلے

(Ionization Constants of Weak Acids)

ایک کمزور تیزاب کی مثال لیجیے جو آبی محلول میں جزوی طور پر آیونائز ہوتا ہے اس کا توازن اس طرح دکھایا جا سکتا ہے۔

$$HX(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + X^-(aq)$$

ابتدائی ارتکاز (M)

c	0	0

مان لیجیے آیونائزیشن تبدیلی کی (M) کی حد α ہے

توازنی ارتکاز (M)

$-c\alpha$	$+c\alpha$	$+c\alpha$
$c\alpha$	$c\alpha$	$c - c\alpha$

یہاں c= غیر افتراقی تیزاب HX کا ابتدائی ارتکاز ہے، جبکہ t =o ہے۔ α = وہ حد ہے جس حد تک HX اپنے آینوں میں آیونائز ہو سکتا ہے۔ ان ترسیموں کا استعمال کر کے ہم مذکورہ بالا تیزاب آیونائز توازن کے لیے توازن مستقلہ معلوم کر سکتے ہیں۔

$$K_a = c^2\alpha^2/c(1-\alpha) = c\alpha^2\ /\ 1-\alpha$$

HX K_a کا **افتراقی یا آیونائزیشن مستقلہ** کہلاتا ہے۔ یہ مولر ارتکاز میں اس طرح بھی واضح کیا جا سکتا ہے۔

$$K_a = [H^+][X^-]\ /\ [HX] \qquad (7.30)$$

"دیے گئے درجہ حرارت T پر K_a تیزاب HX کی قوت کی پیمائش ہے یعنی جتنی زیادہ K_a کی قیمت ہوگی اتنا ہی قوی وہ تیزاب ہوگا۔ K_a غیر جسامتی مقدار ہے اس سمجھ کے ساتھ کہ تمام انواع کی معیاری ارتکاز کی حالت 1M ہوتی ہے۔"

کچھ چنندہ کمزور تیزابوں کے آیونائزیشن مستقلے جدول 7.6 میں دیے گئے ہیں۔

ہائڈروجن آین ارتکاز کے لیے pH پیمانہ اتنا مفید ہے کہ pK_w کے علاوہ اس کا استعمال دوسری انواع اور مقداروں کے لیے بھی کیا جاتا ہے۔ لہٰذا ہمارے پاس ہے

$$pK_a = -\log\,(K_a) \qquad (7.31)$$

اگر ہم کسی تیزاب کا آیونائزیشن مستقلہ K_a اور اس کا ابتدائی ارتکاز C جانتے ہیں تو ہم تمام انواع کے لیے توازن ارتکاز اور تیزاب کے آیونائزیشن کی ڈگری اور محلول کی pH معلوم کر سکتے ہیں۔

کمزور الیکٹرولائٹ کی pH کا اندازہ لگانے کے لیے ہم اقدامات کا ایک سلسلہ بروئے کار لاتے ہیں:

جدول 7.6 کچھ چنندہ کمزور تیزابوں کے برق پاش مستقلے (298K پر)

تیزاب (Acid)	آیونائزیشن مستقلے K_a
ہائڈروفلورک ایسڈ (HF)	3.5×10^{-4}
نائٹرس ایسڈ (HNO_2)	4.5×10^{-4}
فارمک اسیڈ (HCOOH)	1.8×10^{-4}
نیاسین (C_5H_4NCOOH)	1.5×10^{-5}
ایسٹیک ایسڈ (CH_3COOH)	1.74×10^{-5}
بینزوئک ایسڈ (C_6H_5COOH)	6.5×10^{-5}
ہائپوکلورس ایسڈ (HClO)	3.0×10^{-8}
ہائڈروسائنک ایسڈ (HCN)	4.9×10^{-10}
فینول (C_6H_5OH)	1.3×10^{-10}

قدم 1 افتراق سے پہلے موجود انواع کی برونسٹڈ۔ لاری تیزاب / اساس کے طور پر شناخت کیجیے۔

قدم 2 تمام ممکنہ تعاملات کے لیے متوازن مساوات لکھیے یعنی یہ انواع تیزاب اور اساس دونوں طرح سے حصہ لیتے ہوئے لکھے جائیں گے۔

قدم 3 وہ تعامل جس میں K_a کی قیمت سب سے زیادہ ہوگی وہ ابتدائی تعامل کے طور پر لیا جائے گا جبکہ دیگر ثانوی تعامل ہوگا۔

قدم 4 ابتدائی تعامل میں ہر ایک نوع کے لیے مندرجہ ذیل قدروں کو جدول کی شکل میں لکھیے۔

(a) ابتدائی ارتکاز C

(b) آیونائزیشن کی ڈگری α کی اصطلاح میں توازن کی سمت بڑھتے وقت ارتکاز میں تبدیلی

(c) توازنی ارتکاز

قدم 5 پرنسپل تعامل کے لیے توازن مستقلہ مساوات میں α کی قیمت نکالنے کے لیے توازن ارتکاز کی قیمت رکھیے۔

قدم 6 پرنسپل تعامل میں انواع کے ارتکاز کی قیمت نکالیے۔

قدم 7 $pH = -\log[H_3O^+]$ کی قیمت معلوم کیجیے۔

مذکورہ بالا طریقہ کی وضاحت مندرجہ ذیل مثالوں کے ذریعے کی جاسکتی ہے۔

مسئلہ 7.18

HF کا آیونائزیشن مستقلہ 3.2×10^{-4} ہے۔ 0.02M محلول میں HF کی افتراق کی ڈگری معلوم کیجیے۔ محلول میں موجود تمام انواع $(H_3O^+, F^-$ اور $HF)$ کے ارتکاز اور اس کی pH معلوم کیجیے۔

حل

مندرجہ ذیل پروٹان منتقلی تعاملات ممکن ہیں۔

1) $HF + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-$ ، $K_a = 3.2\times10^{-4}$

2) $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

$$K_w = 1.0 \times 10^{-14}$$

چونکہ $K_a >> K_w$ لہٰذا تعامل (1) پرنسپل تعامل ہوگا۔

$$HF + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-$$

	HF	H_3O^+	F^-
ابتدائی ارتکاز (M)	0.02	0	0
تبدیل شدہ (M)	-0.02α	$+0.02\alpha$	$+0.02\alpha$
توازن ارتکاز (M)	$0.02 - 0.02\alpha$	0.02α	0.02α

پرنسپل تعامل کے لیے تعامل میں توازن ارتکاز کی قیمتیں رکھنے پر

$$K_a = (0.02\alpha)^2/(0.02 - 0.02\alpha)$$

$$= 0.02\alpha^2/(1-\alpha) = 3.2 \times 10^{-4}$$

اس سے ہمیں مندرجہ ذیل دو درجی مساوات حاصل ہوتی ہے۔

$$\alpha^2 + 1.6 \times 10^{-2}\alpha - 1.6 \times 10^{-2} = 0$$

α میں دو درجی مساوات کو حل کیا جاسکتا ہے اور جذر کی دو قدریں مندرجہ ذیل ہوں گی $\alpha = +0.12$ اور -0.12

منفی جذر قابل قبول نہیں ہے لہٰذا،

$$\alpha = 0.12$$

اس کا مطلب ہے کہ آیونائزیشن کی ڈگری، $\alpha = 0.12$ پھر دوسری انواع، جیسے HF، F^- اور H_3O کے توازن ارتکاز دیے جاسکتے ہیں:

$$[H_3O^+] = [F^-] = c\alpha = 0.02 \times 0.12$$
$$= 2.4 \times 10^{-3}\ M$$
$$[HF] = c(1-\alpha) = 0.02\ (1 - 0.12)$$

$= 17.6 \times 10^{-3}$ M

$pH = -\log[H^+] = -\log(2.4 \times 10^{-3}) = 2.62$

مسئلہ 7.19

0.1M مونوبیسک ایسڈ کا pH 4.50 ہے۔ توازن کے وقت انواع H^+، A^- اور HA کے ارتکاز معلوم کیجیے۔ مونوبیسک ایسڈ کے لیے K_a اور pK_a کی قیمت معلوم کیجیے۔

حل

$pH = -\log[H^+]$

لہٰذا $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-4.50} = 3.16 \times 10^{-5}$

$[H^+] = [A^-] = 3.16 \times 10^{-5}$

$K_a = [H^+][A^-]/[HA]$

$[HA]_{eqlbm} = 0.1 - (3.16 \times 10^{-5}) = 0.1$

$K_a = (3.16 \times 10^{-5})^2/0.1 = 1.0 \times 10^{-8}$

$pK_a = -\log(10^{-8}) = 8$

متبادل طور پر ''فی صد افتراق، کمزور تیزاب کی قوت ناپنے کا ایک دوسرا مفید طریقہ ہے اور اسے مندرجہ ذیل طریقہ سے دیا جاسکتا ہے۔

(7.32) $= [HA]_{dissociated}/[HA]_{initial} \times 100\%$

مسئلہ 7.20

0.08M ہائپوکلورس ایسڈ، HOCl کی pH معلوم کیجیے۔ ایسڈ کا آیونائزیشن مستقلہ 2.5×10^{-5} ہے۔ HOCl کا فیصد افتراق معلوم کیجیے۔

حل

$HOCl(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + ClO^-(aq)$

ابتدائی ارتکاز

0.08	0	0

توازن ارتکاز پر پہنچنے پر تبدیلی (M)

$-x$	$+x$	$+x$

توازن ارتکاز (M)

$0.08 - x$	x	x

$K_a = \{[H_3O^+][ClO^-]/[HOCl]\}$

$= x^2/(0.08 - x)$

$x \ll 0.08$، اس لیے $0.08 - x \simeq 0.08$

$x^2/0.08 = 2.5 \times 10^{-5}$

$x^2 = 2.0 \times 10^{-6}$ لہٰذا $x = 1.41 \times 10^{-3}$

$[H^+] = 1.41 \times 10^{-3}$ M

فی صد افتراق

$= \{[HOCl]_{dissociated}/[HOCl]_{undissociated}\} \times 100$

$= 1.41 \times 10^{-3} \times 10^2/0.08 = 1.76\%$

$pH = -\log(1.41 \times 10^{-3}) = 2.85.$

7.11.4 کمزور اساسوں کا آیونائزیشن (Ionization of Weak Bases)

ایک اساس MOH کا آیونائزیشن مندرجہ ذیل مساوات سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$MOH(aq) \rightleftharpoons M^+(aq) + OH^-(aq)$$

کمزور اساس میں MOH کا M^+ اور OM^- میں جزوی آیونائزیشن ہوتی ہے۔ یہ معاملہ تیزاب افتراق توازن کی طرح ہے۔ اساسی آیونائزیشن کے لیے توازن مستقلہ **اساسی آیونائزیشن مستقلہ** کہلاتا ہے اور اسے K_b سے ظاہر کرتے ہیں۔ اسے توازن کی حالت میں مختلف انواع کے ارتکاز کو مولاریت میں دکھاتے ہوئے مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ ظاہر کر سکتے ہیں۔

(7.33) $K_b = [M^+][OH^-]/[MOH]$

متبادل طور پر اگر C= اساس کا ابتدائی ارتکاز اور α =اساس کی آیونائزیشن کی ڈگری یعنی، جس حد تک اساس آیونائز ہوتا ہے۔ جب توازن قائم ہو جاتا ہے تو توازن مستقلہ کو اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

(7.33) $K_b = (c\alpha)^2 / c(1-\alpha) = c\alpha^2/(1-\alpha)$

کچھ چنندہ کمزور اساسوں کے آیونائزیشن مستقلوں K_b کی قیمتیں جدول 7.7 میں دی گئی ہیں

جدول 7.7 K 298 پر کچھ کمزور اساسوں کے آیونائزیشن مستقلوں کی قیمتیں

اساس	K_b
ڈائی میتھائل امین $(CH_3)_2NH$	5.4×10^{-4}
ٹرائی ایتھائل امین $(C_2H_5)_3N$	6.45×10^{-5}
امونیا NH_3 یا NH_4OH	1.77×10^{-5}
کیونین (ایک نباتاتی ماحصل)	1.10×10^{-6}
پائریڈین C_5H_5N	1.77×10^{-9}
اینیلین $C_6H_5NH_2$	4.27×10^{-10}
یوریا $CO(NH_2)_2$	1.3×10^{-14}

بہت سے نامیاتی مرکبات جیسے کہ امین کمزور اساس ہوتے ہیں۔ امین، امونیا کے مشتق ہیں جن میں ایک یا زیادہ ہائڈروجن ایٹم کسی دوسرے گروپ سے تبدیل کیے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر میتھائل امین، کوڈین، کیونین اور نکوٹین سب کمزور اساسوں کی طرح کام کرتے ہیں کیونکہ ان کے K_b بہت کم ہوتے ہیں۔ امونیا آبی محلول میں OH^- دیتی ہے۔

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

ہائڈروجن آین ارتکاز کے لیے pH پیمانے کی توسیع کر کے مندرجہ ذیل کو حاصل کر سکتے ہیں۔

$$pK_b = -\log(K_b) \qquad (7.34)$$

مسئلہ 7.21

0.004M ہائڈرازین محلول کی pH 9.7 ہے۔ اس کے آیونائزیشن مستقلے K_b اور pK_b معلوم کیجیے۔

حل

$$NH_2NH_2 + H_2O \rightleftharpoons NH_2NH_3^+ + OH^-$$

pH سے ہم ہائڈروجن آین ارتکاز نکال سکتے ہیں۔ ہائڈروجن آین ارتکاز اور پانی کے آینی ماحصل کو جانتے ہوئے ہم ہائڈروکسل آین کا ارتکاز معلوم کر سکتے ہیں لہٰذا ہمارے پاس ہے؛

$$[H^+] = \text{antilog}(-pH)$$

$$K_b = \text{antilog}(-9.7) = 1.67 \times 10^{-10}$$

$$[OH^-] = K_w / [H^+] = 1 \times 10^{-14} / 1.67 \times 10^{-10}$$

$$= 5.98 \times 10^{-5}$$

متعلقہ ہائڈرازنیم آین کا ارتکاز بھی وہی ہوگا جو کہ ہائڈراکسل کا ہے۔ ان دونوں آینوں کے ارتکاز بہت کم ہیں۔ لہٰذا غیر افتراقی اساس کے ارتکاز 0.004M کے برابر لیے جا سکتے ہیں۔

لہٰذا $K_b = [NH_2NH_3^+][OH^-] / [NH_2NH_2]$

$$= (5.98 \times 10^{-5})^2 / 0.004 = 8.96 \times 10^{-7}$$

$$pK_b = -\log K_b = -\log(8.96 \times 10^{-7}) = 6.04$$

مسئلہ 7.22

0.2M NH_4Cl اور 0.1M NH_3 کی آمیزش سے بننے والے محلول کی pH معلوم کیجیے امونیا محلول کی pOH 4.75 ہے۔

حل

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

NH_3 کا آیونائزیشن مستقلہ $K_b = \text{antilog}(-pK_b)$ یعنی

$$K_b = 10^{-4.75} = 1.77 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

ابتدائی ارتکاز

0.10	0.20	0

توازن پر پہنچنے کے لیے تبدیلی

$-x$	$+x$	$+x$

توازن کے وقت (M)

-0.10	$0.20 + x$	x

$$K_b = [NH_4^+][OH^-] / [NH_3]$$

$$= (0.20 + x)(x) / (0.1 - x) = 1.77 \times 10^{-5}$$

چونکہ K_b بہت کم ہے لہٰذا ہم 0.1M اور 0.2M کے مقابلے میں x کو نظر انداز کر سکتے ہیں۔

اس طرح: $[OH^-] = x = 0.88 \times 10^{-5}$

لہٰذا $[H^+] = 1.12 \times 10^{-9}$

$$pH = -\log[H^+] = 8.95$$

7.11.5 K_a اور K_b میں تعلق (Relation between K_a and K_b)

جیسا کہ اس باب میں پہلے دیکھا جا چکا ہے، K_a اور K_b بالترتیب تیزاب اور اساس کی قوت کو ظاہر کرتے ہیں۔ جفتی تیزاب۔ اساس کے جوڑے بہت سادہ طریقہ سے تعلق رکھتے ہیں یعنی اگر ان میں سے ایک کی قیمت معلوم ہو تو دوسرے کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے۔

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + NH_3(aq)$$

$$K_a = [H_3O^+][NH_3] / [NH_4^+] = 5.6 \times 10^{-10}$$

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_b = [NH_4^+][OH^-] / NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$$

کل

$$2\,H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} M$$

جہاں K_a ایک تیزاب کی حیثیت سے NH_4^+ کی قوت کو اور K_b ایک اساس کی حیثیت سے NH_3 کی قوت کو ظاہر کرتے ہیں۔

نیٹ تعامل سے یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ تعامل کے لیے توازن مستقلہ، K_a اور K_b توازن مستقلوں کے ماحصل ضرب کے برابر ہوتا ہے، لہٰذا:

$$K_a \times K_b = \{[H_3O^+][NH_3] / [NH_4^+]\} \times \{[NH_4^+][OH^-] / [NH_3]\}$$

$$= [H_3O^+][OH^-] = K_w$$

$$= (5.6 \times 10^{-10}) \times (1.8 \times 10^{-5}) = 1.0 \times 10^{-14}\ M$$

ایک تعمیم کے لیے اس کی توسیع کی جا سکتی ہے۔ ”دو (یا زیادہ) تعاملات کو جمع کر کے حاصل کیے گئے نیٹ تعامل کے لیے توازن مستقلہ انفرادی تعاملات کے توازن مستقلوں کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔“

$$K_{NET} = K_1 \times K_2 \times \ldots\ldots \quad (7.35)$$

اسی طرح جفتی تیزاب اساس جوڑے میں

$$K_a \times K_b = K_w \quad (7.36)$$

ایک کی قیمت معلوم ہونے پر دوسرے کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے۔ یہ قابل غور ہے کہ قوی تیزاب کے جفتی اساس کمزور ہوں گے اور قوی اساس کے جفتی تیزاب کمزور ہوں گے۔

دوسری طرف مندرجہ بالا علامت $K_w = K_a \times K_b$ کو اساس۔ افتراق توازن تعامل کی مدد سے بھی حاصل کیا جا سکتا ہے۔

$$B(aq) + H2O(l) \rightleftharpoons BH^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_b = [BH^+][OH^-] / [B]$$

چونکہ پانی کا ارتکاز مستقل ہوتا ہے لہٰذا اسے نسب نما سے نکال دیتے ہیں اور افتراق مستقلے میں شامل کر لیتے ہیں۔ اس کے بعد مندرجہ بالا مساوات کو $[H^+]$ سے ضرب اور تقسیم کر کے ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$K_b = [BH^+][OH^-][H^+] / [B][H^+]$$
$$= \{[OH^-][H^+]\}\{[BH^+] / [B][H^+]\}$$
$$= K_w / K_a$$

یا

$$K_a \times K_b = K_w$$

یہ بھی غور کیا جا سکتا ہے کہ اگر ہم مساوات کی دونوں سمتوں کے منفی لوگارتم لیں، تو جفتی تیزاب اور اساس کی pK قدروں کا ایک دوسرے سے تعلق مندرجہ ذیل مساوات کے مطابق ہوگا۔

$$pK_a + pK_b = pK_w = 14 \quad (\text{298 K پر})$$

مسئلہ 7.23

0.05M امونیا محلول کی آیونائزیشن کی ڈگری اور pH معلوم کیجیے۔ امونیا کا آیونائزیشن مستقلہ جدول 7.7 سے لیا جا سکتا ہے۔ اس کے علاوہ امونیا کے جفتی تیزاب کا آینی مستقلہ بھی معلوم کیجیے۔

حل

پانی میں امونیا کی آیونائزیشن کو مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ ظاہر کیا جا سکتا ہے۔

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

ہائڈروکسل آین کا ارتکاز معلوم کرنے کے لیے ہم مساوات (7.33) کا استعمال کر سکتے ہیں

$$[OH^-] = c\,\alpha = 0.05\,\alpha$$
$$K_b = 0.05\,\alpha^2 / (1-\alpha)$$

α کی قیمت کم ہے لہٰذا دو درجی مساوات کو مساوات کے داہنی سمت نسب نما میں 1 کے مقابلے α کو نظر انداز کر کے آسان بنایا جا سکتا ہے۔ اس طرح

$K_b = c\alpha^2$ or $\alpha = \sqrt{(1.77 \times 10{-}5/0.05)}$

$= 0.018.$

$[OH^-] = c\,\alpha = 0.05 \times 0.018 = 9.4 \times 10^{-4} M.$

$[H^+] = K_w/[OH^-] = 10^{-14}/(9.4 \times 10^{-4})$

$= 1.06 \times 10^{-11}$

$pH = -\log(1.06 \times 10^{-11}) = 10.97$

اب جفتی تیزاب اساس جوڑے کے تعلق کو استعمال کرتے ہوئے

$K_a \times K_b = K_w$

جدول 7.7 سے NH_3 کے لیے K_b کی قیمت لیتے ہوئے ہم جفتی تیزاب NH_4^+ کا ارتکاز معلوم کر سکتے ہیں۔

$K_a = K_w / K_b = 10^{-14} / 1.77 \times 10^{-5}$

$= 5.64 \times 10^{-10}$

7.11.6 ڈائی- اور کثیر اساسی تیزاب اور ڈائی- اور کثیر تیزابی اساس (Di- and Polybasic Acids and Di- and Polyacidic Bases)

کچھ تیزاب جیسے کہ آکسالک ایسڈ، سلفیورک ایسڈ اور فاسفورک ایسڈ میں ایسڈ کے ہر ایک سالمے میں ایک سے زیادہ آیونائزیشن کے قابل پروٹان موجود ہوتے ہیں۔ ایسے تیزاب کثیر اساسی (Polybasic) یا کثیر پروٹک (Polyprotic) تیزاب کہلاتے ہیں مثال کے طور پر ایک ڈائی بیسک تیزاب H_2X کے لیے آیونائزیشن تعامل کو مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$H_2X(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HX^-(aq)$$

$$HX^-(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + X^{2-}(aq)$$

اور اسی کے مطابق توازن مستقلہ مندرجہ ذیل ہیں۔

$$K_{a_1} = \{[H^+][HX^-]\} / [H_2X]$$

اور $$K_{a_2} = \{[H^+][X2^-]\} / [HX^-]$$

یہاں K_{a_1} اور K_{a_2} تیزاب H_2X کے بالترتیب پہلے اور دوسرے آیونائزیشن مستقلے ہیں۔ اسی طرح سہ اساسی تیزاب جیسے H_3PO_4 کے لیے ہمارے پاس تین آیونائزیشن مستقلے ہوں گے۔ کچھ چنندہ کثیر پروٹک تیزابوں کے لیے آیونائزیشن مستقلے جدول 7.8 میں دیے گئے ہیں۔

جدول 7.8 کچھ چنندہ کثیر پروٹک تیزابوں کے آیونائزیشن مستقلے (298K)

تیزاب	K_{a_1}	K_{a_2}	K_{a_3}
آکزیلک	5.9×10^{-2}	6.4×10^{-3}	
ایسکوربک ایسڈ	7.4×10^{-4}	1.6×10^{-12}	
سلفیورس ایسڈ	1.7×10^{-2}	6.7×10^{-8}	
سلفیورک ایسڈ	بہت زیادہ	1.2×10^{-12}	
کاربونک ایسڈ	4.3×10^{-7}	5.6×10^{-11}	
سٹرک ایسڈ	7.4×10^{-4}	1.7×10^{-5}	4.0×10^{-7}
فاسفورک ایسڈ	7.5×10^{-3}	6.2×10^{-8}	4.2×10^{-13}

یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ کثیر پروٹک ایسڈ میں اعلیٰ درجے کے آیونائزیشن مستقلے (K_{a_2}, K_{a_3}) نچلے درجے کے آیونائزیشن مستقلے K_a سے کم ہوتے ہیں اس کی وجہ یہ ہے کہ ایک منفی چارج شدہ آین سے مثبت چارج والے پروٹان کو برقی سکونی قوت کی وجہ سے نکال پانا زیادہ مشکل ہوتا ہے۔ اسے منفی چارج شدہ HCO_3^- کے مقابلے میں غیر چارج شدہ H_2CO_3 میں سے ایک پروٹان علیحدہ کر کے دیکھا جا سکتا ہے۔ اسی طرح ایک دوہرے منفی چارج شدہ HPO_4^- این آین میں سے پروٹان کو نکالنا HPO_4^{2-} کی بہ نسبت زیادہ مشکل ہوتا ہے۔

کثیر پروٹک تیزابی محلول میں H_2A، HA^- کے آمیزے اور ڈائی پروٹک تیزاب میں A^{2-} ہوتے ہیں۔ H_2A ایک قوی تیزاب ہونے کی وجہ سے اس کے ابتدائی تعامل میں H_2A کا افتراق ہوتا ہے اور محلول میں H_3O^+ خاص طور پر پہلے افتراقی مرحلے سے آتا ہے۔

7.11.7 تیزاب کی قوت کو متاثر کرنے والے عوامل (Factors Affecting Acid Strength)

مقداری طور پر تیزاب اور اساس کی قوت پر بحث کرنے کے بعد ہم اس مقام پر آ جاتے ہیں جہاں ہم ایک دیے ہوئے محلول کی pH نکال سکتے ہیں۔ لیکن ہم یہ جاننے کے لیے متجسس رہتے ہیں کہ کچھ تیزاب دوسروں کے مقابلے میں زیادہ قوی کیوں ہوتے ہیں؟ وہ کون سے عوامل ہیں جو ان کو قوی بناتے ہیں؟ اس کا جواب ہے کہ یہ ایک بے حد پیچیدہ عمل ہے۔

وسیع طور پر ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ تیزاب کے افتراق کی حد H-A بند کی قوت اور قطبیت پر منحصر ہوتی ہے۔

عام طور پر جب HA بند کی قوت کم ہوتی ہے، یعنی بند کو توڑنے کے لیے درکار توانائی کم ہوتی ہے۔ HA قوی تیزاب ہو جاتا ہے۔ یہ بھی کہ جب H-A بند زیادہ قطبی ہوتا ہے، یعنی ایٹم H اور A کے درمیان برقی منفیت کا فرق بڑھتا ہے اور چارج کی علیحدگی واضح ہوتو بند کا ٹوٹنا آسان ہو جاتا ہے لہٰذا تیزابیت بڑھ جاتی ہے۔

لیکن یہ غور کرنا چاہیے کہ جب دوری جدول کے ایک ہی گروپ کے عناصر کا مقابلہ کیا جاتا ہے، H-A بند توانائی اس کی قطبی فطرت کے مقابلے میں زیادہ اہم عوامل ہوتی ہے۔ گروپ میں نیچے کی سمت جاتے وقت جیسے جیسے A کی جسامت بڑھتی جاتی ہے H-A کی بندش کم ہو جاتی ہے اور تیزابی قوت بڑھ جاتی ہے۔ مثال کے طور پر

بڑھتی ہوئی جسامت →

HF << HCl << HBr << HI

تیزابی قوت میں اضافہ →

اسی طرح H_2S، H_2O کے مقابلے میں زیادہ قوی تیزاب ہے۔

لیکن جب ہم دوری جدول کی ایک ہی قطار کے عناصر پر بحث کرتے ہیں تو H-A بند قطبیت تیزابی قوت کو متعین کرنے والا عوامل بن جاتی ہے جیسے جیسے A کی برقی منفیت بڑھے گی، تیزاب کی قوت بھی بڑھتی ہے۔ مثال کے طور پر

بڑھتی ہوئی A کی الیکٹرونگیٹوٹی →

$CH_4 < NH_3 < H_2O < HF$

تیزابی قوت میں اضافہ →

7.11.8 تیزابوں اور اساسوں کے آیونائزیشن میں مشترک آین اثر (Common Ion Effect in the Ionization of Acids and Bases)

مندرجہ ذیل ایسیٹک ایسڈ افتراق توازن کی مثال پر غور کیجیے:

$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

یا

$$HAc(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + Ac^-(aq)$$

$$K_a = [H^+][Ac^-] / [HAc]$$

ایسیٹک ایسڈ کے محلول میں ایسی ٹیٹ آین کے اضافہ سے ہائڈروجن آین $[H^+]$ کا ارتکاز کم ہو جاتا ہے۔ یہ بھی کہ اگر H^+ آین کسی خارجی ماخذ سے داخل کیے جائیں تو توازن غیر افتراق شدہ ایسیٹک ایسڈ کی سمت میں جائے گا، یعنی اس سمت میں جہاں ہائڈروجن آین کے ارتکاز میں کمی آئے۔ یہ عمل **مشترک آین اثر** (Common Ion Effect) کی ایک مثال ہے۔ اس کی تعریف توازن میں تبدیلی کی شکل میں کی جاتی ہے جو اس شے کے اضافے کے سبب ہوتی ہے جس سے افتراق توازن میں پہلے سے موجود آینی نوع میں اضافہ ہوتا ہے۔ اس طرح ہم کہہ سکتے ہیں کہ مشترک آین اثر ایک ایسا عمل ہے جو سیکشن 7.8 میں زیر بحث لی چیٹلیر کے اصول کی بنیاد پر ہوتا ہے۔

0.05M ایسیٹک ایسڈ محلول میں 0.05M ایسی ٹیٹ آینوں کو داخل کرنے پر محلول کی pH میں ہونے والی تبدیلی کو جانچنے کے لیے ہم ایک بار پھر ایسیٹک ایسڈ کے افتراق توازن کا مطالعہ کریں گے۔

$$HAc(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + Ac^-(aq)$$

ابتدائی ارتکاز (M)

0.05	0	0.05

مان لیجیے ایسیٹک ایسڈ کے آیونائزیشن کی حد X ہے۔

ارتکاز میں تبدیلی

–x	+x	+x

توازنی ارتکاز

0.05-x	x	0.05+x

لہٰذا،

$$K_a = [H^+][Ac^-]/[HAc] = \{(0.05+x)(x)\}/(0.05-x)$$

چونکہ بہت کمزور تیزاب کے لیے K_a بہت چھوٹا ہوتا ہے $X<<0.05$

لہٰذا $(0.05 + x) \approx (0.05 - x) \approx 0.05$

اس طرح

$$1.8 \times 10^{-5} = (x)(0.05 + x) / (0.05 - x)$$

$$= x(0.05) / (0.05) = x = [H^+] = 1.8 \times 10^{-5}M$$

$$pH = -\log(1.8 \times 10^{-5}) = 4.74$$

مسئلہ 7.24

0.10M امونیا محلول کی pH معلوم کیجیے۔ جب اس محلول کے 50.0mL کا تعامل 0.10M HCl کے 25mL محلول کے ساتھ کرایا جاتا ہے تو پھر pH کیا ہوگا۔ امونیا کے لیے افتراق مستقلہ $K_b = 1.77 \times 10^{-5}$ ہے

حل

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$$

$$K_b = [NH_4^+][OH^-] / [NH_3] = 1.77 \times 10^{-5}$$

تعدیلی عمل سے پہلے

$$[NH_4^+] = [OH^-] = x$$

$$[NH_3] = 0.10 - x \simeq 0.10$$

$$x^2 / 0.10 = 1.77 \times 10^{-5}$$

اس طرح $x = 1.33 \times 10^{-3} = [OH^-]$

لہٰذا $[H^+] = K_w/[OH^-] = 10^{-14} / (1.33 \times 10^{-3}) = 7.51 \times 10^{-12}$

$$pH = -\log(7.5 \times 10^{-12}) = 11.12$$

0.1M امونیا محلول (یعنی 5m mol امونیا) کے 50mL میں 0.1M HCl محلول کے 25mL امونیا کا اضافہ کرنے کے بعد (یعنی HCl کے 2.5m mol)، امونیا کے 2.5m mol سالمے تعدیل ہو جائیں گے۔ حاصل ہونے والے 75mL محلول میں باقی ماندہ امونیا سالموں کے 2.5m mol اور NH_4^+ کے 2.5m mol غیر تعدیل شدہ سالمے رہ جائیں گے۔

NH_3	+	HCl	→	NH_4^+	+	Cl^-
2.5		2.5		0		0

توازن کے وقت

0	0	2.5	2.5

حاصل شدہ 75mL محلول میں غیر تعدیل شدہ NH_4^+ آین کے 2.5m mol (یعنی 0.033M) اور NH_3 سالموں کے 2.5m mol (یعنی 0.033M) ہوں گے۔ یہ NH_3 مندرجہ ذیل توازن میں ہوگا۔

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

$$0.033M - y \qquad y \qquad y$$

جہاں $y = [OH^-] = [NH_4^+]$

تعدیل کے بعد اختتامی 75mL محلول میں پہلے سے ہی 2.5m mol NH_4^+ آین (0.033M) ہیں، لہٰذا NH_4^+ کا کل ارتکاز ایسے دیا جا سکتا ہے کہ:

$$[NH_4^+] = 0.033 + y$$

چونکہ Y کی قیمت بہت کم ہے $[NH_4OH] = 0.033\ M$ اور

$$[NH_4^+] = 0.033\ M$$

ہم جانتے ہیں کہ

$$K_b = [NH_4^+][OH^-] / [NH_4OH]$$

$$= y(0.033)/(0.033) = 1.77 \times 10^{-5}\ M$$

اس طرح $y = 1.77 \times 10^{-5} = [OH^-]$

$$[H^+] = 10^{-14} / 1.77 \times 10^{-5} = 0.56 \times 10^{-9}$$

لہٰذا $pH = 9.24$

7.11.9 نمکوں کی آب پاشیدگی (Hydrolysis of Salts and the pH of their Solutions)

تیزاب اور اساس کے درمیان ایک مستقل تناسب میں ہونے والے تعامل سے بننے والے نمکوں کی پانی میں آب پاشیدگی ہو جاتی ہے۔ نمکوں کی آب پاشیدگی سے بننے والے کیٹ آین / این آین آبی محلول میں یا تو آبیدہ آینوں کی طرح پائے جاتے ہیں یا پانی سے باہمی عمل کر کے نمکوں کی نوعیت کے مطابق تیزاب/اساس بناتے ہیں۔ نمکوں کے این آین کیٹ آین یا دونوں کا پانی کے ساتھ تعامل کرنے کا آخر الذکر عمل آب پاشیدگی کہلاتا ہے۔ اس باہمی عمل سے محلول کی pH متاثر ہوتی ہے۔ قوی اساسوں کے کیٹ آین (مثلاً Na^+، K^+، Ca^{2+}، Ba^{2+}، وغیرہ) اور قوی تیزابوں کے این آین (مثلاً Cl^-، Br^-، NO_3^-، ClO_4^- وغیرہ) صرف آبیدہ ہو جاتے ہیں لیکن ان کی آب پاشیدگی نہیں ہوتی۔ لہٰذا قوی تیزابوں اور اساسوں سے بننے والے نمکوں کے محلول تعدیلی ہوتے ہیں یعنی: pH 7 ہوتی ہے۔ دوسرے زمرے سے تعلق رکھنے والے نمک آب پاشیدہ ہو جاتے ہیں۔

اب ہم نمکوں کی مندرجہ ذیل اقسام کی آب پاشیدگی کا مطالعہ کریں گے۔

(i) کمزور تیزاب اور قوی اساس کے نمک مثلاً CH_3COONa

(ii) قوی تیزاب اور کمزور اساس کے نمک مثلاً NH_4Cl

(iii) کمزور تیزاب اور کمزور اساس کے نمک مثلاً CH_3COONH_4

پہلی مثال میں CH_3COONa ایک کمزور تیزاب CH_3COOH اور قوی اساس، NaOH کی نمک ہونے کی وجہ سے آبی محلول میں پوری طرح سے برق پاشیدگی ہوجاتی ہے:

$$CH_3COONa(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$$

اس طرح بننے والا CH_3COO^- پانی میں آب پاشیدہ ہوکر ایسیٹک ایسڈ اور OH^- دیتا ہے۔

$$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$$

ایسیٹک ایسڈ (CH_3COONa) ایک کمزور تیزاب ہونے کی وجہ سے $(K_a = 1.8 \times 10^{-5})$ محلول میں عام طور پر غیر آیونائز رہتا ہے۔ اس کی وجہ سے محلول میں OH^- کا ارتکاز بڑھ جاتا ہے اور محلول اساسی ہوجاتا ہے۔ ایسے محلول کی pH 7 سے زیادہ ہوتی ہے۔

اسی طرح کمزور اساس NH_4OH اور قوی تیزاب HCl سے بننے والا نمک NH_4Cl پانی میں پوری طرح افتراق ہوجاتا ہے۔

$$NH_4Cl(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

بننے والے NH_4^+ پانی کے ساتھ آب پاشیدگی کے بعد NH_4Cl اور H^+ آین دیتے ہیں

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4OH(aq) + H^+(aq)$$

امونیم ہائڈرا کسائڈ ایک کمزور اساس ہے $(K_b = 1.77 \times 10^{-5})$ اور اسی لیے پانی میں تقریباً غیر آیونائز ہی رہتا ہے۔ اس کی وجہ سے محلول میں H^+ کا ارتکاز ہوجاتا ہے جو محلول کو تیزابی بناتا ہے۔ لہٰذا NH_4Cl کے آبی محلول کی pH 7 سے کم ہوتی ہے۔

کمزور تیزاب CH_3COOH اور کمزور اساس سے بننے والے نمک CH_3COONH_4 کی مثال دیکھیے۔ بننے والے آینوں میں مندرجہ ذیل طریقے سے آب پاشیدگی ہوتی ہے:

$$CH_3COO^- + NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NH_4OH$$

CH_3COOH اور NH_4OH بھی جزوی افتراقی شکل میں پائے جاتے ہیں۔

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

تفصیلی تحسیب میں جائے بغیر ہی یہ کہا جا سکتا ہے کہ آب پاشیدگی کی ڈگری محلول کے ارتکاز سے آزاد ہوتی ہے اور ایسے محلول کی pH ان کی pK قیمتوں کے ذریعے متعین کی جاتی ہے۔

$$pH = 7 + \tfrac{1}{2}(pK_a - pK_b) \qquad (7.38)$$

اگر فرق مثبت ہے تو محلول کی pH 7 سے زیادہ ہوسکتی ہے اور اگر فرق منفی ہے تو pH 7 سے کم ہوگی۔

مسئلہ 7.25

ایسیٹک ایسڈ کی pK_a اور امونیم ہائڈرو آکسائڈ کی pK_b بالترتیب 4.76 اور 4.75 ہیں۔ امونیم ایسیٹیٹ محلول کی pH معلوم کیجیے:

حل

$$pH = 7 + \tfrac{1}{2}[pK_a - pK_b]$$
$$= 7 + \tfrac{1}{2}[4.76 - 4.75]$$
$$= 7 + \tfrac{1}{2}[0.01] = 7 + 0.005 = 7.005$$

7.12 حاجب محلول (Buffer Solution)

بہت سے جسمانی سیالوں، جیسے خون اور پیشاب وغیرہ کی مخصوص pH ہوتی ہے اور ان کی pH میں کوئی تبدیلی جسم کی خراب کارکردگی کا مظہر ہوتی ہے۔ بہت سے کیمیائی اور حیاتیاتی کیمیائی اعمال میں pH پر قابو رکھنا بھی بہت اہم ہوتا ہے۔ بہت سی میڈیکل اور کاسمیٹک مصنوعات کی تیاریوں میں بھی ایک مخصوص pH رکھنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ ایسے محلول جو ڈائی **لیوٹ کرنے یا تھوڑی سی مقدار میں تیزاب یا اساس ملانے پر pH میں تبدیلی کے تئیں مزاحمت رکھتے ہیں حاجب محلول (Buffer Solution)** کہلاتے ہیں۔ معلوم شدہ pH کے حاجب محلول کی تیاری تیزاب کی pK_a اور اساس کے pK_b کے علم کی بنیاد پر اور نمک اور تیزاب یا نمک اور اساس کے تناسب کو کنٹرول کر کے کی جا سکتی ہے۔ ایسیٹک ایسڈ اور سوڈیم ایسیٹیٹ کا آمیزہ pH 4.75 کے قریب ایک حاجب محلول

کی طرح کام کرتا ہے اور امونیم کلورائڈ اور امونیم ہائڈروآکسائڈ کا آمیزہ pH 9.25 پر حاجب کی طرح کام کرتا ہے۔ اعلیٰ جماعتوں میں آپ حاجب محلولوں کے بارے میں زیادہ معلومات حاصل کریں گے۔

7.13 معمولی حل پذیر نمکوں کے حل پذیری مستقلے (Solubility Equilibria Of Sparingly Soluble Salts)

ہم یہ پہلے سے ہی جانتے ہیں کہ آینی ٹھوس کی پانی میں حل پذیری کافی حد تک تغیر پذیر ہے۔ ان میں سے کچھ (جیسے کیلشیم کلورائڈ) اتنے حل پذیر ہوتے ہیں کہ وہ فطرتاً ہائیگروسکوپک (Hygroscopic) ہوتے ہیں یہاں تک کہ فضا سے ابخرات جذب کر لیتے ہیں۔ دیگر (جیسے کہ لیتھیم فلورائڈ) کی حل پذیری اتنی کم ہوتی ہے کہ ان کو عام طور پر غیر حل پذیر کہا جاتا ہے حل پذیری بہت سے عوامل پر منحصر ہوتی ہے ان میں سے اہم نمک کی لیٹس اینتھالپی اور محلول میں آینوں کی سالویشن کی اینتھالپی ہوتی ہے۔ ایک نمک کو محلل میں حل ہونے کے لیے اس کے آینوں کے درمیان قوت کشش (لیٹس اینتھالپی) پر آین محلل باہمی عمل کا غالب آنا لازمی ہے آینوں کی سالویشن اینتھالپی کو ہمیشہ سالویشن اصطلاح میں بیان کیا جاتا ہے جو ہمیشہ منفی ہوتی ہے یعنی سالویشن انتھالپی کی مقدار ہمیشہ محلل کی فطرت پر منحصر ہوتی ہے۔ غیر قطبی (شریک گرفت) محلل میں سالیوشن اینتھالپی کم ہوتی ہے لہٰذا نمک کی لیٹس اینتھالپی کو مغلوب کرنے کے لیے کافی نہیں ہوتی نتیجتاً نمک غیر قطبی محلل میں حل نہیں ہوتے۔ ایک عمومی قاعدے کے طور پر کسی نمک کے کسی مخصوص محلل میں حل پذیر ہونے کے لیے اس کی سالویشن اینتھالپی اس کی لیٹس اینتھالپی سے زیادہ ہونی چاہیے تاکہ آخر الذکر اوّل الذکر کے ذریعہ مغلوب کی جا سکے۔ ہر نمک کی اپنی مخصوص حل پذیری ہوتی ہے جس کا انحصار درجہ حرارت پر ہوتا ہے۔ ہم نمکیات کو ان کی حل پذیری کی بنیاد پر مندرجہ ذیل تین جماعتوں میں تقسیم کرتے ہیں۔

جماعت I	حل پذیر	حل پذیری> 0.1M
جماعت II	کم حل پذیر	0.01M< حل پذیری <0.1M
جماعت III	معمولی حل پذیر	حل پذیر <0.01M

اب ہم معمولی حل پذیر آینی نمک اور اس کے سیر شدہ آبی محلول کے درمیان توازن کا مطالعہ کریں گے۔

7.13.1 حل پذیری ماحصل مستقلہ (Solubility Product Constant)

آیئے اب ہم ایک ٹھوس جیسے کہ بیریم سلفیٹ کا اس کے سیر شدہ آبی محلول سے تعلق کا مطالعہ کریں گے۔ غیر حل شدہ ٹھوس اور سیر شدہ محلول میں آین کے درمیان توازن کو مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ ظاہر کیا جا سکتا ہے:

$$BaSO_4(s) \xrightleftharpoons[\text{محلول}]{\text{سیر شدہ}} Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq),$$

توازن مستقلہ مندرجہ ذیل مساوات سے ظاہر کر سکتے ہیں:

$$K = \{[Ba^{2+}][SO_4^{2-}]\} / [BaSO_4]$$

خالص ٹھوس مادوں کے لیے ارتکاز مستقل رہتے ہیں لہٰذا ہم لکھ سکتے ہیں۔

$$K_{sp} = K[BaSO_4] = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] \quad (7.39)$$

ہم K_{sp} کو حل پذیر ما حصل مستقلہ (Solublity Product Constant) یا صرف حل پذیری ماحصل (Solublity Product) کہتے ہیں۔ مندرجہ بالا مساوات میں 298 K پر K_{sp} کی تجرباتی قیمت 1.1×10^{-10} ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ ٹھوس بیریم سلفیٹ کے لیے اپنے سیر شدہ محلول کے ساتھ توازن میں ہونے کے لیے بیریم اور سلفیٹ آینوں کے ارتکاز کے ماحصل اس کے حل پذیر ماحصل مستقلہ کے برابر ہوتے ہیں۔ دونوں آینوں کے ارتکاز بیریم سلفیٹ کی مولر حل پذیری کے برابر ہوں گے۔ اگر مولر حل پذیری 'S' ہے تو

$$1.1 \times 10^{-10} = (S)(S) = S^2$$

یا $S = 1.05 \times 10^{-5}$

لہٰذا بیریم سلفیٹ کی مولر حل پذیری 1.05×10^{-5} mol L^{-1} کے برابر ہوگی۔

ایک نمک افتراق کے بعد دو یا دو سے زیادہ این آین اور کیٹ آین دے سکتا ہے جن کے چارج مختلف ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایک نمک جیسے زر کو نیم فاسفیٹ پر غور کیجیے جس کا سالماتی ضابطہ $(Zr^{4+})_3(PO_4^{3-})_4$ پر غور کیجیے۔ اس کا افتراق تین زرکونیم آینوں میں ہوتا ہے جن پر 4+ چارج ہے اور چار فاسفیٹ آین جن پر 3- چارج ہوتا

ہے۔ اگر زرکونیم فاسفیٹ کی مولر حل پذیری S ہو تو مرکب کی تناسب پیمائی سے یہ دیکھا جا سکتا ہے

ہے کہ $[Zr^{4+}] = 3S$ اور $[PO_4^{3-}] = 4S$

اور $K_{sp} = (3S)^3\ (4S)^4 = 6912\ (S)^7$

یا $S = \{K_{sp}\ /\ (3^3 \times 4^4)\}^{1/7} = (K_{sp}\ /\ 6912)^{1/7}$

ایک ٹھوس نمک جس کا عام ضابطہ $M_x^{p+}X_y^{q-}$ اور مولر حل پذیری S ہے اپنے سیر شدہ محلول کے ساتھ توازن میں ہوتا ہے۔ اسے مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ ظاہر کیا جا سکتا ہے:

$$M_xX_y(s)\ \ xM^{p+}(aq) + yX^{q-}\ (aq)$$

$$(x \times p^+ = y \times q^-)$$

اور اس کا حل پذیری ما حصل مستقلہ اس طرح دیا جا سکتا ہے:

$$K_{sp} = [M^{p+}]^x[X^{q-}]^y = (xS)^x(yS)^y \quad (7.40)$$

$$= x^x\ .\ y^y\ .\ S^{(x+y)}$$

$$S^{(x+y)} = K_{sp}\ /\ x^x\ .\ y^y$$

$$S = (K_{sp}\ /\ x^x\ .\ y^y)^{1\ /x+y} \quad (7.41)$$

مساوات میں اصطلاح K_{sp} کو Q_{sp} سے ظاہر کیا جاتا ہے (سیکشن 7.6.2) جب ایک یا دو انواع کا ارتکاز توازن کے دوران کا ارتکاز نہ ہو۔ ظاہر ہے کہ توازن کی حالت میں $K_{sp} = Q_{sp}$ لیکن دوسری صورت میں یہ ترسیب (Precipitation) یا افتراق کے عمل کو سمت عطا کرتی ہے۔ بہت سے عام نمکوں کے حل پذیری ما حصل مستقلے 298 K پر جدول 7.9 میں دیے گئے ہیں۔

مسئلہ 7.26

خالص پانی میں A_2X_3 کی حل پذیری معلوم کیجیے، یہ مانتے ہوئے کہ دونوں قسم کے آین پانی سے تعامل نہیں کرتے A_2X_3 کا حل پذیری مستقلہ $K_{sp} = 1.1 \times 10^{-23}$ ہے۔

حل

$$A_2X_3 \rightarrow 2A^{3+} + 3X^{2-}$$

$$K_{sp} = [A^{3+}]^2\ [X^{2-}]^3 = 1.1 \times 10^{-23}$$

اگر $A_2X_3 = S$ کی حل پذیری ہو تو:

لہٰذا $K_{sp} = (2S)^2(3S)^3 = 108S^5 = 1.1 \times 10^{-23}$

جدول 7.9 298 K پر کچھ عام آینی نمکوں کے حل پذیری ما حصل مستقلے K_{sp}

نمک کا نام	ضابطہ	K_{sp}
Silver Bromide	$AgBr$	5.0×10^{-13}
Silver Carbonate	Ag_2CO_3	8.1×10^{-12}
Silver Chromate	Ag_2CrO_4	1.1×10^{-12}
Silver Chloride	$AgCl$	1.8×10^{-10}
Silver Iodide	AgI	8.3×10^{-17}
Silver Sulphate	Ag_2SO_4	1.4×10^{-5}
Aluminium Hydroxide	$Al(OH)_3$	1.3×10^{-33}
Barium Chromate	$BaCrO_4$	1.2×10^{-10}
Barium Fluoride	BaF_2	1.0×10^{-6}
Barium Sulphate	$BaSO_4$	1.1×10^{-10}
Calcium Carbonate	$CaCO_3$	2.8×10^{-9}
Calcium Fluoride	CaF_2	5.3×10^{-9}
Calcium Hydroxide	$Ca(OH)_2$	5.5×10^{-6}
Calcium Oxalate	CaC_2O_4	4.0×10^{-9}
Calcium Sulphate	$CaSO_4$	9.1×10^{-6}
Cadmium Hydroxide	$Cd(OH)_2$	2.5×10^{-14}
Cadmium Sulphide	CdS	8.0×10^{-27}
Chromic Hydroxide	$Cr(OH)_3$	6.3×10^{-31}
Cuprous Bromide	$CuBr$	5.3×10^{-9}
Cupric Carbonate	$CuCO_3$	1.4×10^{-10}
Cuprous Chloride	$CuCl$	1.7×10^{-6}
Cupric Hydroxide	$Cu(OH)_2$	2.2×10^{-20}
Cuprous Iodide	CuI	1.1×10^{-12}
Cupric Sulphide	CuS	6.3×10^{-36}
Ferrous Carbonate	$FeCO_3$	3.2×10^{-11}
Ferrous Hydroxide	$Fe(OH)_2$	8.0×10^{-16}
Ferric Hydroxide	$Fe(OH)_3$	1.0×10^{-38}
Ferrous Sulphide	FeS	6.3×10^{-18}
Mercurous Bromide	Hg_2Br_2	5.6×10^{-23}
Mercurous Chloride	Hg_2Cl_2	1.3×10^{-18}
Mercurous Iodide	Hg_2I_2	4.5×10^{-29}
Mercurous Sulphate	Hg_2SO_4	7.4×10^{-7}
Mercuric Sulphide	HgS	4.0×10^{-53}
Magnesium Carbonate	$MgCO_3$	3.5×10^{-8}
Magnesium Fluoride	MgF_2	6.5×10^{-9}
Magnesium Hydroxide	$Mg(OH)_2$	1.8×10^{-11}
Magnesium Oxalate	MgC_2O_4	7.0×10^{-7}
Manganese Carbonate	$MnCO_3$	1.8×10^{-11}
Manganese Sulphide	MnS	2.5×10^{-13}
Nickel Hydroxide	$Ni(OH)_2$	2.0×10^{-15}
Nickel Sulphide	NiS	4.7×10^{-5}
Lead Bromide	$PbBr_2$	4.0×10^{-5}
Lead Carbonate	$PbCO_3$	7.4×10^{-14}
Lead Chloride	$PbCl_2$	1.6×10^{-5}
Lead Fluoride	PbF_2	7.7×10^{-8}
Lead Hydroxide	$Pb(OH)_2$	1.2×10^{-15}
Lead Iodide	PbI_2	7.1×10^{-9}
Lead Sulphate	$PbSO_4$	1.6×10^{-8}
Lead Sulphide	PbS	8.0×10^{-28}
Stannous Hydroxide	$Sn(OH)_2$	1.4×10^{-28}
Stannous Sulphide	SnS	1.0×10^{-25}
Strontium Carbonate	$SrCO_3$	1.1×10^{-10}
Strontium Fluoride	SrF_2	2.5×10^{-9}
Strontium Sulphate	$SrSO_4$	3.2×10^{-7}
Thallous Bromide	$TlBr$	3.4×10^{-6}
Thallous Chloride	$TlCl$	1.7×10^{-4}
Thallous Iodide	TlI	6.5×10^{-8}
Zinc Carbonate	$ZnCO_3$	1.4×10^{-11}
Zinc Hydroxide	$Zn(OH)_2$	1.0×10^{-15}
Zinc Sulphide	ZnS	1.6×10^{-24}

اس طرح $S^5 = 1 \times 10^{-25}$

$S = 1.0 \times 10^{-5}$ mol/L

مسئلہ 7.27

دو معمولی حل پذیر نمک $Ni(OH)_2$ اور AgCN کی K_{sp} قدریں بالترتیب 2.0×10^{-15} اور 6×10^{-17} ہیں۔ کون سا نمک زیادہ حل پذیر ہے۔

حل

$$AgCN \rightleftharpoons Ag^+ + CN^-$$

$$K_{sp} = [Ag^+][CN^-] = 6 \times 10^{-17}$$

$$Ni(OH)_2 \quad Ni^{2+} + 2OH^-$$

$$K_{sp} = [Ni^{2+}][OH^-]^2 = 2 \times 10^{-15}$$

مان لیجیے $[Ag^+] = S_1$

تو $[CN^-] = S_1$

مان لیجیے $[Ni^{2+}] = S_2$

تو $[OH^-] = 2S_2$

$$S_1^2 = 6 \times 10^{-17},\ S_1 = 7.8 \times 10^{-9}$$

$$(S_2)(2S_2)^2 = 2 \times 10^{-15},\ S_2 = 0.58 \times 10^{-4}$$

$Ni(OH)_2$ نمک AgCN کے مقابلے سے زیادہ حل پذیر ہے۔

7.13.2 آینی نمکوں کی حل پذیری پر مشترک آین اثر (Common Ion Effect on Solubility of Ionic Salts)

لی چیٹلیئر کے اصول سے یہ متوقع ہے کہ اگر ہم کسی ایک آین کے ارتکاز کو بڑھا دیں تو اسے اپنے مخالف آین سے اتحاد کرنا چاہیے اور اس وقت تک کچھ نمک کا رسوب بنے گا جب تک کہ $K_{sp} = Q_{sp}$ نہیں ہو جاتا اس طرح اگر کسی آین کا ارتکاز کم ہوگا تو زیادہ نمک گھلے گا تا کہ دونوں آینوں کے ارتکاز بڑھ جائیں جب تک کہ دوبارہ $K_{sp} = Q_{sp}$ نہ ہو جائے۔ یہ حل پذیر نمکوں جیسے کہ سوڈیم کلورائڈ کے لیے بھی قابل عمل ہے سوائے اس کے کہ آینوں کے زیادہ ارتکاز کی وجہ سے ہم Q_{sp} کے اظہار کے لیے ان کی مولاریت کے بجائے ان کی ایکٹوٹی کا استعمال کرتے ہیں۔ اس طرح اگر ہم سوڈیم کلورائڈ کا سیر شدہ محلول لیں اور اس میں سے HCl گیس گزاریں، تو HCl کے افتراق سے دستیاب ہونے والے کلورائڈ آین کا ارتکاز (ایکٹویٹی) بڑھنے کی وجہ سے سوڈیم کلورائڈ کا رسوب ہوگا۔ اس طرح حاصل ہونے والا سوڈیم کلورائڈ بہت زیادہ خالص ہوگا اور ہمیں سوڈیم اور میگنیشم سلفیٹ جیسی ملاوٹوں سے نجات ملے گی۔ مشترک آین اثر کا استعمال کسی خاص آین کے تقریباً مکمل رسوب کے لیے اس کے معمولی حل پذیر نمک کی طرح، حل پذیری ماحصل کی بہت کم قدر کے ساتھ گریویمیٹرک تخمینہ (Gravimetric Estimation) کے لیے بھی کیا جاتا ہے۔ اس طرح ہم سلور آین کو سلور کلورائڈ کی طرح فیرک آین کو اس کے ہائڈروآکسائڈ (اور آبیدہ فیرک آکسائڈ) کی طرح اور بیریم کو اس کے سلفیٹ کی طرح مقداری تخمینوں کے لیے رسوب کر سکتے ہیں۔

مسئلہ 7.28

0.10 M NaOH میں $Ni(OH)_2$ کی مولر حل پذیری معلوم کیجیے $Ni(OH)_2$ کا آینی ماحصل 2.0×10^{-15} ہے۔

حل

مان لیجیے $Ni(OH)_2$ کی حل پذیری S ہے $Ni(OH)_2$ کے S mol/L کا افتراق Ni^{2+} کے S mol/L اور OH^- کے 2S mol/L فراہم کرتا ہے، لیکن OH^- کا کل ارتکاز 0.10 mol/L کیونکہ محلول میں پہلے سے ہی NaOH 0.10 mol/L OH^- موجود ہے۔

$$K_{sp} = 2.0 \times 10^{-15} = [Ni^{2+}]\,[OH^-]^2$$

$$= (S)\ (0.10 + 2S)^2$$

چونکہ K_{sp} چھوٹا ہے $2S << 0.10$

لہٰذا، $(0.10 + 2S) \approx 0.10$

اس لیے،

$$2.0 \times 10^{-15} = S\ (0.10)^2$$

$$S = 2.0 \times 10^{-13}\ M = [Ni^{2+}]$$

کمزور تیزاب جیسے کہ فاسفیٹ کے نمکوں کی حل پذیری کم pH پر بڑھ جاتی ہے یہ اس لیے کہ کم pH پر این آین کا ارتکاز اس کے پروٹونیشن (Protonation) کے سبب کم ہو جاتا ہے۔ یہ بدلے میں نمک کی

حل پذیری کو بڑھا دیتا ہے، اس طرح کہ $K_{sp} = Q_{sp}$ ہمیں ایک ساتھ دو توازنوں کو مطمئن کرنا پڑتا ہے۔ یعنی،

$$K_{sp} = [M^+][X^-]$$

$$HX(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + X^-(aq);$$

$$K_a = \frac{[H^+(aq)][X^-(aq)]}{[HX(aq)]}$$

$$[X^-] / [HX] = Ka / [H^+]$$

دونوں سمتوں کا مقلوب لیتے ہوئے اور 1 کا اضافہ کر کے ہمیں ملتا ہے:

$$\frac{[HX]}{[X]} + 1 = \frac{[H^+]}{K_a} + 1$$

$$\frac{[HX]+[H^-]}{[X^-]} = \frac{[H^+]+K_a}{K_a}$$

پھر دوبارہ مقلوب لیتے ہوئے ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$[X^-]/\{[X^-]+[HX]\} = f = K_a / (K_a + [H^+])$$

اور یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ pH کے گھٹنے کے ساتھ ساتھ f گھٹتا ہے۔

اگر کسی دی ہوئی pH پر نمک کی حل پذیری S ہے تو:

$$K_{sp} = [S]\,[f\,S] = S^2\ \{K_a\ /\ (K_a\ +\ [H^+])\}$$

اور $$S = \{K_{sp}\ ([H^+] + K_a\ )\ /\ K_a\ \}^{1/2} \quad (7.42)$$

لہٰذا $[H^+]$ کے بڑھنے یا pH کے گھٹنے کے ساتھ حل پذیری S بڑھتی ہے۔

خلاصہ

جب رقیق کو چھوڑ کر بخارات میں جانے والے سالمات کی تعداد بخارات سے واپس رقیق میں آنے والے سالمات کی تعداد برابر ہو جاتی ہے تو توازن قائم ہوتا ہے جو فطرتاً حرکی ہوتا ہے۔ توازن طبیعی اور کیمیائی دونوں اعمال کے لیے قائم کیا جا سکتا ہے اور اس مقام پر پیش رفت اور پشت رفت تعامل کی شرح برابر ہوتی ہے۔ **توازن مستقلہ**، K_c ماحصل کے ارتکاز کو متعامل کے ارتکاز سے تقسیم کر کے ظاہر کرتے ہیں۔ ہر ایک رکن پر اس کے تناسب یا ضربیہ کی قوت لگائی جاتی ہے۔

تعامل $a\,A + b\,B \rightleftharpoons c\,C + d\,D$ کے لیے

$$K_c = [C]^c[D]^d/[A]^a[B]^b$$

ایک معین درجہ حرارت پر توازن مستقلہ کی قیمت مستقل ہوتی ہے اور اس اسٹیج پر تمام میکرواسکوپک خصوصیات جیسے کہ ارتکاز، دباؤ وغیرہ مستقل ہو جاتی ہیں۔ گیس تعامل کے لیے توازن مستقلہ K_p سے ظاہر کیا جاتا ہے اور اسے لکھنے کے K_c میں ارتکاز کو جزوی دباؤ سے تبدیل کر دیا جاتا ہے۔ تعامل کی سمت کی پیشین گوئی تعامل خارج قسمت Q_c کے ذریعہ ظاہر کی جاتی ہے جو توازن کے وقت K_c کے برابر ہوتی ہے۔ **لی چیٹلیئر اصول** بتاتا ہے کہ کسی عوامل جیسے کہ درجہ حرارت، دباؤ، ارتکاز وغیرہ میں تبدیلی توازن کو اس سمت موڑ دے گی جدھر اس تبدیلی کے اثر کو کم یا معتدل کیا جا سکے۔ اسے مختلف عوامل جیسے کہ درجہ حرارت، ارتکاز، وسیط اور غیر عامل گیسوں کے توازن کی سمت پر اثرات کا مطالعہ کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے تا کہ ان عوامل پر قابو پا کر ماحصل کی پیداوار کو کنٹرول کیا جا سکے۔ وسیط کسی تعامل آمیزے کی توازنی ترکیب کو متاثر نہیں کرتا لیکن متعامل کی ماحصل میں تبدیلی کے لیے کم توانائی کے راستے فراہم کر کے تعامل کی شرح کو بڑھا یا گھٹا سکتے ہیں۔

وہ تمام اشیا جو آبی محلول میں بجلی کا ایصال کرتی ہیں **الیکٹرولائٹ** کہلاتی ہیں تیزاب، اساس اور نمک الیکٹرولائٹ ہیں اور آبی محلول میں الیکٹرولائٹ کے **افتراق یا آیونائیزیشن** سے کیٹ آین اور این آین پیدا ہونے کی وجہ سے یہ اپنے آبی محلولوں میں بجلی کا ایصال کرتے ہیں۔ قوی الیکٹرولائٹ مکمل طور پر افتراق کرتے ہیں۔ کمزور الیکٹرولائٹ میں آینوں اور غیر آین شدہ الیکٹرولائٹ سالموں کے درمیان ایک توازن پایا جاتا ہے۔ **آرہینیس** کے مطابق تیزاب اپنے آبی محلول میں ہائڈروجن آین دیتے ہیں اور اساس ہائڈروکسل آین دیتے ہیں۔ دوسری طرف **برونسٹڈ لاری** نے تیزاب کو پروٹان معطی (Donor) اور اساس کو پروٹان قبول کار (Accepter) بتایا ہے۔ جب برونسٹڈ لاری تیزاب کسی اساس سے تعامل کرتا ہے تو وہ اس کا **جفتی تیزاب** بناتا ہے اور تیزاب سے تعامل کر کے اس کا **جفتی اساس** بناتا ہے۔ اس طرح ایک **تیزاب اساس کے جفتی جوڑے** میں صرف ایک پروٹان کا فرق ہوتا ہے۔ لیوئس نے تیزاب کی تعریف کو مزید عمومی بناتے ہوئے اسے ایک الیکٹران کے جوڑے کو

قبول کرنے والا اور اساس کو ایک الیکٹران جوڑا فراہم کرنے والا بتایا ہے۔ کمزور تیزابوں کے آیونائزیشن (توازن) مستقلے (K_a) اور کمزور اساس کے توازن مستقلہ (K_b) کی عبارت کو تیار کرنے کے لیے آرہینیس کی تعریف استعمال کی گئی ہے۔ آیونائزیشن کی ڈگری اور ارتکاز پر اس کا انحصار اور مشترک آین پر بحث کی گئی ہے۔ ہائڈروجن آین کے ارتکاز (ایکٹویٹی) $[H^+]$ کے لیے pH پیمانے $(pH = -\log[H^+])$ کو متعارف کرایا گیا ہے اور پھر دوسری مقداروں، $(pOH = -\log[OH^-])$ ؛ $pK_a = -\log[K_a]$ ؛ $pK_b = -\log[K_b]$ اور $pK_w = -\log[K_w]$ کے لیے اس کی توسیع کی گئی ہے۔ پانی کے آیونائزیشن پر غور کیا گیا اور ہم نے دیکھا کہ مساوات $pH + pOH = pK_w$ ہمیشہ ہی مطمئن ہوتی ہے۔ قوی تیزاب اور کمزور اساس، کمزور تیزاب اور قوی اساس اور کمزور تیزاب اور کمزور اساس کے نمک پانی میں آب پاشیدگی کے بعد آبی محلول بناتے ہیں۔ **حاجب محلول** کی تعریف اور اس کی اہمیت پر مختصراً بحث کی گئی ہے۔ معمولی حل پذیر نمکوں کے حل پذیری توازن پر بحث ہوئی ہے اور توازن مستقلہ کو **حل پذیری ماحصل مستقلہ** (K_{sp}) کی طرح متعارف کیا گیا ہے۔ نمک کی حل پذیری سے اس کے تعلق کو قائم کیا گیا ہے۔ نمک کی ان کے محلولوں سے ترسیب کے حالات یا پانی میں ان کے افتراق پر بحث کی گئی ہے۔ مشترک آین کے کردار اور معمولی حل پذیر نمکوں کی حل پذیری پر بھی بحث ہوئی ہے۔

طلباء کے لیے اس باب سے متعلق چند مجوزہ سرگرمیاں

(a) مختلف پھلوں اور سبزیوں کے تازہ رس، سوفٹ ڈرنک، جسمانی سیال اور دستیاب پانی کے نمونوں کی pH معلوم کرنے کے لیے طالب علم pH کاغذ کا استعمال کر سکتے ہیں۔

(b) pH کاغذ کا استعمال مختلف نمکوں کے محلولوں کی pH معلوم کرنے کے لیے بھی کیا جا سکتا ہے جس کی مدد سے وہ یہ معلوم کر سکتے ہیں کہ آیا وہ قوی/کمزور تیزاب یا اساس ہیں۔

(c) طلبا سوڈیم ایسی ٹیٹ اور ایسٹیک ایسڈ کے محلولوں کو ملا کر حاجب محلول تیار کر سکتے ہیں پھر pH کاغذ کا استعمال کر کے اس کی pH معلوم کر سکتے ہیں۔

(d) انہیں کچھ انڈیکیٹر دیے جا سکتے ہیں تا کہ وہ مختلف pH کے محلولوں میں ان کے رنگوں کا مشاہدہ کر سکیں۔

(e) طالب علم انڈیکیٹر کا استعمال کر کے کچھ تیزاب اساس ٹائٹریشن کر سکتے ہیں۔

(f) معمولی حل پذیر نمکوں کی حل پذیری پر مشترک آین اثر کا مطالعہ کر سکتے ہیں۔

(g) اگر اسکول میں pH میٹر دستیاب ہے تو وہ اس کی مدد سے محلول کی pH معلوم کر سکتے ہیں اور اس کا مقابلہ pH کاغذ کی مدد سے معلوم کی گئی pH سے کر سکتے ہیں۔

مشقیں

7.1 ایک مستقل درجہ حرارت پر سیل بند برتن میں ایک رقیق اپنے بخارات کے ساتھ توازن میں ہے برتن کا حجم اچانک بڑھ جاتا ہے۔

(a) بخاراتی دباؤ پر اس تبدیلی کا ابتدائی اثر کیا ہوگا؟

(b) ابتدا میں تبخیر اور تکثیف کی شرح میں کیا تبدیلی آئے گی؟

(c) آخرکار جب توازن قائم ہو جائے گا تو کیا ہوگا اور آخری بخاراتی دباؤ کیا ہوگا؟

7.2 مندرجہ ذیل توازن کے لیے K_c کیا ہوگا جبکہ ہر ایک شے کے توازن ارتکاز اس طرح ہیں:

$[SO_3] = 1.90M \quad ([SO_2] = 0.60M, [O_2] = 0.82M$

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

7.3 ایک مخصوص درجہ حرارت اور 10^5Pa کے کل دباؤ پر آیوڈین کے بخارات حجم کے اعتبار سے 1 فضائی دباؤ کا 40% ہیں۔

$$I_2\ (g) \rightleftharpoons 2I\ (g)$$

توازن کے لیے K_p کی قیمت معلوم کیجیے۔

7.4 مندرجہ ذیل ہر ایک تعامل کے لیے توازن مستقلہ K_c کی علامت لکھئے۔

(i) $2NOCl\ (g) \rightleftharpoons 2NO\ (g) + Cl_2\ (g)$

(ii) $2Cu(NO_3)_2\ (s)\ \ 2CuO\ (s) + 4NO_2\ (g) + O_2\ (g)$

(iii) $CH_3COOC_2H5(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH\ (aq) + C_2H_5OH\ (aq)$

(iv) $Fe^{3+}\ (aq) + 3OH^-\ (aq)\ \ Fe(OH)_3\ (s)$

(v) $I_2\ (s) + 5F_2 \rightleftharpoons 2IF_5$

7.5 K_p کی مدد سے مندرجہ ذیل ہر ایک توازن کے لیے K_c کی قیمت معلوم کیجیے۔

(i) $2NOCl\ (g) \rightleftharpoons 2NO\ (g) + Cl_2\ (g);\ K_p = 1.8 \times 10^{-2}$ at 500 K

(ii) $CaCO_3\ (s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g);\ K_p = 167$ at 1073 K

7.6 مندرجہ ذیل تعامل کے لیے 1000 K پر $K_c = 6.3 \times 10^{14}$ ہے

$$NO\ (g) + O_3\ (g) \rightleftharpoons NO_2\ (g) + O_2\ (g)$$

توازن میں پیش رفت اور پشت رفت دونوں تعاملات عنصری دوسالمی تعاملات ہیں۔ پشت رفت تعامل کے لیے K_c کیا ہوگا۔

7.7 خالص ٹھوس اور رقیق کو توازن مستقلہ کی عبارت لکھتے وقت کیوں نظر انداز کرتے ہیں؟

7.8 N_2 اور O_2 کے درمیان متعامل مندرجہ ذیل کے مطابق ہوتا ہے:

$$2N_2\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2N_2O\ (g)$$

اگر N_2 کے 0.482 مول اور O_2 کے 0.933 مولوں کا آمیزہ 10L کے تعاملی برتن میں رکھا جاتا ہے اور اس درجہ حرارت پر جہاں $K_c = 2.0 \times 10^{-37}$ ہے، N_2O بننے دیا جاتا ہے تو توازن آمیزے کی ترکیب کا تعین کیجیے۔

7.9 مندرجہ ذیل تعامل کے مطابق نائٹرک آکسائڈ Br_2 سے تعامل کر کے نائٹروسل برومائیڈ دیتا ہے۔

$$2N_2\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2N_2O\ (g)$$

جب ایک مستقل درجہ حرارت پر بند برتن میں NO کے 0.087 mol اور Br_2 کے 0.0437 mol ملائے جاتے ہیں تو NO Br کے 0.0518 mol حاصل ہوتے ہیں۔ NO اور Br_2 کی توازنی مقداریں معلوم کیجیے

7.10 450K پر توازن کے وقت دیے گئے تعامل کا $K_p = 2.0 \times 10^{10}/bar$ ہے۔

اس درجہ حرارت پر K_c کیا ہوگا؟

7.11 0.2 atm کے دباؤ پر ایک فلاسک میں HI(g) کا ایک نمونہ رکھا گیا ہے توازن کے وقت HI کا جزوی دباؤ 0.04 atm ہے۔ دیے گئے توازن کے لیے K_p کیا ہوگا؟

$$2HI\ (g) \rightleftharpoons H_2\ (g) + I_2\ (g)$$

7.12 500K پر 20L کے ایک تعاملی برتن میں N_2 کے 1.57mol، H_2 کے 1.92 مول اور NH_3 کے 8.13 mol آمیزے کو داخل کیا گیا۔ اس درجہ حرارت پر تعامل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ کا K_C 1.7×10^2 ہے۔ کیا تعامل آمیزہ توازن میں ہے؟ اگر نہیں تو کل تعامل کی سمت کیا ہوگی؟

7.13 ایک گیس تعامل کے لیے توازن مستقلہ کی علامت اس طرح دی گئی ہے:

$$K_c = \frac{[NH_3]^4[O_2]^5}{[NO]^4[H_2O]^6}$$

اس عبارت کے لیے متوازن کیمیاوی مساوات لکھیے

7.14 10 L کے ایک برتن میں H_2O کا ایک مول اور ایک مول CO لیے گئے اور 725K تک گرم کیے گئے۔ توازن پر 40% پانی (کمیت کے اعتبار سے) CO سے مندرجہ ذیل مساوات کے مطابق تعامل کرتا ہے۔

$$H_2O(g) + CO(g) \rightleftharpoons H_2(g) + CO_2(g)$$

تعامل کے لیے توازن مستقلہ معلوم کیجیے۔

7.15 700 K پر تعامل $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ کے لیے توازن مستقلہ 54.8 ہے اگر 700K پر توازن کے وقت HI(g) کے $0.5\ mol\ L^{-1}$ موجود ہیں تو $H_2(g)$ اور $I_2(g)$ کے ارتکاز کیا ہوں گے؟ یہ مانتے ہوئے کہ ہم نے تعامل کی شروعات HI(g) سے کی ہے اور اسے 700K پر توازن پر پہنچنے دیا جاتا ہے۔

7.16 توازن $2ICl(g) \rightleftharpoons I_2(g) + Cl_2(g);\ K_c = 0.14$ میں ہر ایک شے کے توازن ارتکاز کیا ہوں گے جبکہ ICl کا ابتدائی ارتکاز 0.78 M تھا۔

7.17 مندرجہ ذیل توازن کے لیے 899 K پر K_p کی قدر 0.04atm ہے۔ C_2H_6 کا توازن ارتکاز کیا ہوگا جب وہ 4.0atm پر ایک فلاسک میں رکھی جائے اور توازن تک پہنچ سکے۔

$$C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g)$$

7.18 ایتھنال اور ایسیٹک ایسڈ کے درمیان تعامل سے ایتھائل ایسی ٹیٹ بنتا ہے توازن کا اظہار مندرجہ ذیل مساوات سے ہوتا ہے۔

$$CH_3COOH(l) + C_2H_5OH(l) \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(l) + H_2O(l)$$

(i) اس تعامل کے لیے ارتکاز نسبت (تعامل خارج قسمت) Q_c لکھیے (نوٹ: اس تعامل میں پانی نہ تو وافر مقدار میں ہے اور نہ ہی محلل ہے)۔

(ii) 293K پر اگر کوئی 1.00 مول ایسیٹک ایسڈ اور 0.18mol ایتھنال سے شروعات کرتا ہے تو اختتامی توازن آمیزے میں 0.171mol ایتھائل ایسی ٹیٹ ہوتا ہے۔ توازن مستقلہ معلوم کیجیے۔

(iii) 0.5 mol ایتھنال اور 1.0mol ایسیٹک ایسڈ سے شروعات کرتے ہوئے اور درجہ حرارت 293 K پر مستقل رکھتے ہوئے کچھ دیر بعد 0.214 مول ایتھائل ایسٹیٹ پایا گیا۔ کیا توازن حاصل ہوگیا؟

7.19 473K پر ایک وکیوم شدہ برتن میں خالص PCl_5 داخل کی گئی۔ جب توازن قائم ہوگیا تو PCl_5 کا ارتکاز $0.5\times10^{-1}\ mol\ L^{-1}$ پایا گیا۔ اگر K_c کی قیمت 8.3×10^{-3} ہے تو توازن کے وقت PCl_3 اور Cl_2 کے ارتکاز کیا ہوں گے۔

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$$

7.20 لوہے کی کچ دھات سے اسٹیل بنانے میں ایک تعامل ہوتا ہے جس میں کاربن مونو آکسائڈ کے ذریعہ آئرن (II) کی تحویل ہوتی ہے جو آئرن دھات اور CO_2 دیتا ہے۔

$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g);$ ، $K_p = 0.265$ atm at 1050K ہے

اگر CO اور CO_2 کے ابتدائی جزوی دباؤ $p_{CO} = 1.4$ atm اور $p_{CO_2} = 0.80$ atm تو 1050 K پر ان کے جزوی دباؤ کیا ہوں گے؟

7.21 تعامل $N_2 (g) + 3H_2 (g) \rightleftharpoons 2NH_3 (g)$ کے لیے 500 K پر K_c کی قدر 0.061 ہے۔ ایک خاص وقت پر تجزیہ کرنے سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ تعاملی آمیزے میں N_2 کے 0.5 mol L^{-1}، H_2، 2.0 mol L^{-1} اور NH_3 کے 0.5 mol L^{-1} کیا تعامل توازن میں ہے؟ اگر نہیں تو توازن پر پہنچنے کے لیے تعامل کس سمت بڑھے گا؟

7.22 برومین مونوکلورائڈ (BrCl) برومین اور کلورین میں تحلیل ہو کر توازن پر پہنچتی ہے۔

$$2BrCl (g) \rightleftharpoons Br_2 (g) + Cl_2 (g)$$

جس کے لیے 500 K پر Kc کی قدر 32 ہے۔ اگر شروع میں خالص BrCl کا ارتکاز 3.3×10^{-3} mol L^{-1} ہے تو توازن کے وقت آمیزے میں اس کا مولر ارتکاز کتنا ہوگا؟

7.23 1127 K اور 1atm پر CO اور CO_2 کے گیسی آمیزے کے ٹھوس کاربن کے ساتھ توازن میں CO کمیت کے اعتبار سے 90.55% ہے۔

$$C (s) + CO_2 (g) \rightleftharpoons 2CO (g)$$

اوپر دیے گئے درجہ حرارت پر مندرجہ بالا تعامل کے لیے K_c کی قیمت معلوم کیجیے۔

7.24 298 K پر NO اور O_2 سے NO_2 کے لیے

$$NO (g) + ½ O_2 (g) \rightleftharpoons NO_2 (g)$$

جہاں
$\Delta_f G^\ominus (NO_2) = 52.0$ kJ/mol
$\Delta_f G^\ominus (NO) = 87.0$ kJ/mol
$\Delta_f G^\ominus (O_2) = 0$ kJ/mol

7.25 مندرجہ ذیل توازنوں میں اگر حجم بڑھا کر دباؤ میں کمی کی جائے تو تعامل ماحصلات کے مولوں کی تعداد بڑھے گی، گھٹے گی، یا برقرار رہے گی؟

(a) $PCl_5 (g) PCl_3 (g) + Cl_2 (g)$

(b) $CaO (s) + CO_2(g) CaCO_3 (s)$

(c) $3Fe (s) + 4H_2O (g) Fe_3O_4(s) + 4H_2 (g)$

7.26 مندرجہ ذیل تعاملات میں سے کون سا تعامل دباؤ بڑھانے پر زیادہ متاثر ہوگا۔ مزید یہ بھی کہ آیا تبدیلی کی وجہ سے تعامل پیش رفت ہوگا یہ پشت رفت۔

(i) $COCl_2 (g) \rightleftharpoons CO (g) + Cl_2 (g)$

(ii) $CH_4 (g) + 2S_2 (g) \rightleftharpoons CS_2 (g) + 2H_2S (g)$

(iii) $CO_2 (g) + C (s) \rightleftharpoons 2CO (g)$

(iv) $2H_2 (g) + CO (g) \rightleftharpoons CH_3OH (g)$

(v) $CaCO_3 (s) \rightleftharpoons CaO (s) + CO_2 (g)$

(vi) $4 NH_3 (g) + 5O_2 (g) \rightleftharpoons 4NO (g) + 6H_2O(g)$

7.27 مندرجہ ذیل تعامل کے لیے توازن مستقلہ K 1024 پر 1.6×10^5 ہے

$$H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g)$$

تمام گیسوں کے لیے توازن دباؤ معلوم کیجیے اگر K 1024 پر 10.0 Bar، HBr ایک سیل بند برتن میں داخل کی گئی ہے۔

7.28 مندرجہ ذیل حرارت خور تعامل کے مطابق قدرتی گیس سے بھاپ کے ساتھ جزوی تکسید کے ذریعے ڈائی ہائڈروجن گیس حاصل کی گئی ہے۔

$$CH_4\ (g) + H_2O\ (g) \rightleftharpoons CO\ (g) + 3H_2\ (g)$$

(a) مندرجہ بالا تعامل کے لیے K_p کی علامت لکھئے۔

(b) توازن آمیزے کی ترکیب اور K_p کی قیمتوں پر مندرجہ ذیل کے کیا اثرات ہوں گے۔

(i) دباؤ کا اضافہ۔

(ii) درجہ حرارت کا اضافہ۔

(iii) وسیط کا استعمال۔

7.29 تعامل $2H_2(g) + CO\ (g) \rightleftharpoons CH_3OH\ (g)$ کے توازن پر مندرجہ ذیل کے اثرات بیان کیجیے۔

(a) H_2 کا اضافہ

(b) CH_3OH کا اضافہ

(c) CO کا اخراج

(d) CH_3OH کا اخراج

7.30 473 K پر فاسفورس پینٹا کلورائڈ PCl_5 کی تحلیل کا توازن مستقلہ K_c 8.3×10^{-3} ہے۔ اگر تحلیل کو مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جائے تو:

$$PCl_5\ (g) \rightleftharpoons PCl_3\ (g) + Cl_2\ (g) \quad \Delta_r H^\ominus = 124.0\ kJ\ mol^{-1}$$

(a) تعامل کے لیے K_c کی عبارت لکھئے۔

(b) اسی درجہ حرارت پر رجعتی تعامل کے لیے K_c کی قیمت کیا ہوگی؟

(c) K_c پر کیا اثر ہوگا اگر (i) زیادہ PCl_5 کا اضافہ کیا جائے

(i) دباؤ میں اضافہ کیا جائے۔

(ii) درجہ حرارت میں اضافہ کیا جائے۔

7.31 ہیبر پراسس میں استعمال کی جانے H_2 گیس قدرتی گیس کی میتھین کے بہت زیادہ درجہ حرارت پر بھاپ سے تعامل کے ذریعے حاصل ہوتی ہے۔ دو اسٹیج تعامل کی پہلی اسٹیج میں CO اور H_2 کی تشکیل ہوتی ہے۔ دوسری اسٹیج میں، پہلی اسٹیج میں بننے والی CO اور واٹر گیس شفٹ تعامل میں زیادہ بھاپ سے تعامل کرتی ہے۔

$$CO\ (g) + H_2O\ (g) \rightleftharpoons CO_2\ (g) + H_2\ (g)$$

اگر 400°C پر تعاملی برتن میں CO اور بھاپ کا مساوی مولر آمیزہ داخل کیا جائے، اس طرح کہ $p_{CO} = p_{H_2O} = 4.0 bar$ تو توازن کے وقت H_2 کا جزوی دباؤ کیا ہوگا؟ 400°C پر kp =10.1 ہے۔

7.32 مندرجہ ذیل تعاملات میں کس میں متعامل اور ماحصل ارتکاز کافی ہوں گے

(a) $Cl_2(g) \rightleftharpoons 2Cl(g) : K_c = 5 \times 10^{-39}$

(b) $Cl_2(g) + 2NO(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g) \quad Kc = 3.7 \times 108$

(c) $Cl_2(g) + 2NO_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2Cl(g) \rightleftharpoons Kc = 1.8$

7.33 تعامل $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ کے لیے 25°C پر K_c کی قیمت 2.0×10^{-50} ہے۔ اگر 25°C پر ہوا میں O_2 کا توازن مستقلہ 1.6×10^{-2} ہو تو O_3 کا ارتکاز کیا ہوگا؟

7.34 تعامل $CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$ 1L کے ایک فلاسک میں 1300 K پر توازن میں ہے۔ اس میں CO کے 0.30 مول، H_2 کے 0.10 مول اور H_2O کے 0.02 مول اور CH_4 کی نامعلوم مقدار بھی ہے۔ CH_4 کا آمیزے میں ارتکاز معلوم کیجیے۔ دیے گئے درجہ حرارت پر تعامل کے لیے توازن مستقلہ 3.90 ہے۔

7.35 جفتی تیزاب اساس جوڑے سے کیا مراد ہے؟ مندرجہ ذیل انواع کے لیے جفتی تیزاب / اساس معلوم کیجیے۔

$HNO_2, CN^-, HClO_4, F^-, OH^-, CO_3^{2-}$ اور S^{2-}

7.36 مندرجہ ذیل میں سے کون لیوئس تیزاب ہے؟

H_2O, BF_3, H^+, NH_4^+

7.37 برونسٹڈ تیزابوں: HCO_3 H_2SO_4, HF کے لیے جفتی اساس کیا ہوں گے؟

7.38 مندرجہ ذیل برونسٹڈ اساسوں کے لیے جفتی تیزاب لکھیے۔

NH_2^- ، NH_3 اور $HCOO^-$

7.39 انواع H_2O, HCO_3, HSO_4 اور اور NH_3 برونسٹڈ تیزاب اور اساس کی طرح کام کر سکتے ہیں۔ ہر ایک کے لیے اس کا جفتی تیزاب اور اساس دیجیے۔

7.40 مندرجہ ذیل انواع کی لیوئس تیزاب اور اساس کے تحت درجہ بندی کیجیے اور بتائیے کہ یہ کس طرح لیوئس تیزاب / اساس کی طرح کام کرتے ہیں۔

(a) OH^- (b) F^- (c) H^+ (d) BCl_3

7.41 ایک سوفٹ ڈرنک میں ہائڈروجن آین کا ارتکاز 3.8×10^{-3} M ہے۔ اس کی pH کتنی ہوگی؟

7.42 سرکہ کے ایک نمونہ کی pH قدر 3.76 ہے۔ اس میں ہائڈروجن آین کا ارتکاز معلوم کیجیے۔

7.43 298 K پر HF، HCOOH اور HCN کے آیونائزیشن مستقلے بالترتیب 6.8×10^{-4} ، 1.8×10^{-4} اور 4.8×10^{-9} ہیں۔ ان کے جفتی اساسوں کے آیونائزیشن مستقلے معلوم کیجیے۔

7.44 فینول کا آیونائزیشن مستقلہ 1.0×10^{-10} ہے۔ 0.05M فینول کے محلول میں فینولیٹ آین کا ارتکاز کیا ہوگا؟ اس کے آیونائزیشن ڈگری کتنی ہوگی اگر محلول سوڈیم فینولیٹ میں بھی 0.01M ہے۔

7.45 H_2S کا پہلا آیونائزیشن مستقلہ 9.1×10^{-8} ہے۔ اس کے 0.1M محلول میں HS^- آین کا ارتکاز معلوم کیجیے۔ یہ ارتکاز کس طرح متاثر ہوگا اگر محلول HCl میں بھی 0.1M ہے۔ اگر H_2S کے لیے دوسرا آیونائزیشن مستقلہ 1.2×10^{-13} ہے تو دونوں حالات میں S^{2-} کے ارتکاز معلوم کیجیے۔

7.46 ایسیٹک ایسڈ کا آیونائزیشن مستقلہ 1.74×10^{-5} ہے۔اس کے 0.05 M محلول میں ایسیٹک ایسڈ کے افتراق کی ڈگری معلوم کیجیے۔محلول میں ایسیٹک آین کا ارتکاز اور pH معلوم کیجیے۔

7.47 ایک 0.01 M نامیاتی تیزاب کی pH قدر 4.15 پائی گئی ہے۔این آین کا ارتکاز تیزاب کے لیے آیونائزیشن مستقلہ اور اس کی pK_a معلوم کیجیے۔

7.48 یہ مانتے ہوئے کہ افتراق مکمل ہے،مندرجہ ذیل محلولوں کی pH معلوم کیجیے۔

(a) 0.003 MHCl (b) 0.005 M NaOH (c) 0.002 M HBr (d) 0.002 M KOH

7.49 مندرجہ ذیل محلولوں کی pH معلوم کیجیے۔

(a) TlOH 2g پانی میں گھل کر محلول کے 2 لیٹر بناتا ہے۔

(b) NaOH 0.3g پانی میں گھل کر 500 mL محلول دیتا ہے۔

(c) NaOH 0.3 g پانی میں گھل کر 200 mL محلول دیتا ہے۔

(d) 13.6 M HCl کے 1 mL کو پانی سے ڈائی لیوٹ کر کے محلول کا 1L حاصل کرتے ہیں۔

7.50 0.1M برومو ایسیٹک ایسڈ کی آیونائزیشن کی ڈگری 0.132 ہے۔محلول کی pH اور برومو ایسیٹک ایسڈ کا pK_a معلوم کیجیے۔

7.51 0.005 M کوڈین $(C_{18}H_{21}NO_3)$ محلول کی pH قدر 9.95 ہے۔اس کا آیونائزیشن مستقلہ pK_b معلوم کیجیے۔

7.52 0.001M اینیلین محلول کی pH کیا ہوگی؟ اینیلین کا آیونائزیشن مستقلہ جدول 7.7 سے حاصل کیا جا سکتا ہے۔محلول میں اینیلین کی آیونائزیشن کی ڈگری معلوم کیجیے۔اینیلین کے جفتی تیزاب کا آیونائزیشن مستقلہ بھی معلوم کیجیے۔

7.53 اگر 0.05 M ایسیٹک ایسڈ کی pK_a قیمت 7.74 ہے تو اس کی آیونائزیشن ڈگری معلوم کیجیے۔ڈگری آف آیونائزیشن پر کیا اثر ہوگا اگر محلول میں مندرجہ ذیل بھی موجود ہیں۔(a) 0.01M (b) HCl0.1M میں؟

7.54 ڈائی میتھائل امین کا آیونائزیشن مستقلہ 5.4×10^{-4} ہے۔اس کے 0.02M محلول میں آیونائزیشن کی ڈگری معلوم کیجیے۔کتنے فیصد ڈائی میتھائل امین آیونائز ہوگا اگر محلول NaOH میں بھی 0.1M ہے؟

7.55 مندرجہ ذیل حیاتیاتی سیالوں میں جن کے pH دیے گئے ہیں، ہائڈروجن آین کے ارتکاز معلوم کیجیے۔

(a) انسانی عضلاتی۔سیال 6.83

(b) انسانی معدہ کا سیال 1.2

(c) انسانی خون 7.38

(d) انسانی لعاب 6.4

7.56 دودھ، بلیک کافی، ٹماٹر جوس، نیبو کا رس اور انڈے کی سفیدی کی pH بالترتیب 6.8، 5.0، 4.2، 2.2 اور 7.8 ہے۔ ہر ایک کے لیے ان کے ہائڈروجن ارتکاز معلوم کیجیے۔

7.57 اگر 298 K پر 0.561 گرام KOH پانی میں گھل کر 200mL محلول دیتا ہے تو پوٹاشیم، ہائڈروجن اور ہائیڈرا کسل آین کا ارتکاز اور محلول کی pH معلوم کیجیے۔

7.58 298 K پر $Sr(OH)_2$ کی حل پذیری محلول کی 19.23 g/L ہے اسٹرونشیم اور ہائڈرکسل آینوں کے ارتکاز اور محلول کی pH معلوم کیجیے۔

7.59 پروپیونک ایسڈ کا آیونائزیشن مستقلہ 1.32×10^{-5} ہے۔اس کے 0.05 M محلول میں تیزاب کی ڈگری آف آیونائزیشن معلوم کیجیے اور اس کی pH بھی نکالیے۔اگر محلول HCl میں بھی 0.0M ہے تو اس کی ڈگری آف آیونائزیشن کیا ہوگی؟

7.60 سیانک ایسڈ (HCNO) کے 0.1M محلول کی pH قدر 2.34 ہے تیزاب کا آیونائزیشن مستقلہ اور محلول میں اس کی ڈگری آف آیونائزیشن معلوم کیجیے۔

7.61 نائٹرس ایسڈ کا آیونائزیشن مستقلہ 4.5×10^{-4} ہے۔0.04M سوڈیم نائٹرائٹ محلول کی pH اور اس کی ڈگری آف ہائڈرولسس معلوم کیجیے۔

7.62 پریڈینیم ہائڈروکلورائڈ کے 0.02M محلول کی pH قدر 3.44 ہے۔ پریڈین کا آیونائزیشن مستقلہ معلوم کیجیے۔

7.63 بتائیے کہ مندرجہ ذیل محلول تیزابی، اساسی یا تعدیلی ہیں۔

NaCl, KBr, NaCN, NH_4NO_3, $NaNO_2$ اور KF۔

7.64 کلوروایسیٹک ایسڈ کا آیونائزیشن مستقلہ 1.35×10^{-3} ہے۔ 0.1M تیزاب اور اس کے 0.1M سوڈیم نمک محلول کی pH کیا ہوگی۔

7.65 310 K پر پانی کا آینی ماحصل 2.7×10^{-14} ہے۔اس درجہ حرارت پر تعدیلی پانی کی pH کیا ہوگی؟

7.66 مندرجہ ذیل میں بننے والے آمیزوں کی pH معلوم کیجیے۔

(a) 10 mL of 0.2M $Ca(OH)_2$ + 25 mL of 0.1M HCl

(b) 10 mL of 0.01M H_2SO_4 + 10 mL of 0.01M $Ca(OH)_2$

(c) 10 mL of 0.1M H_2SO_4 + 10 mL of 0.1M KOH

7.67 298K پر سلور کرومیٹ، بیریم کرومیٹ، فیرک ہائڈرو آکسائڈ لیڈ کلورائڈ اور مرکیورس آیوڈائڈ کی حل پذیری جدول 7.9 میں دیے گئے ان کے حل پذیری ماحصل مستقلوں کی قیمتوں کی مدد سے معلوم کیجیے۔انفرادی آینوں کی مولاریت بھی معلوم کیجیے۔

7.68 Ag_2CrO_4 اور AgBr کے حل پذیری ماحصل مستقلے بالترتیب 1.1×10^{-12} اور 5.0×10^{-13} ہیں۔ ان کے سیر شدہ محلولوں کی مولاریت کی نسبت معلوم کیجیے۔

7.69 0.002 M سوڈیم آیوڈیٹ اور کیوپرک کلوریٹ محلولوں کے برابر حجم آپس میں ملائے گئے۔ کیا اس کے نتیجے میں کاپر آیوڈیٹ کی ترسیب ہوگی (کیوپرک آیوڈیٹ کے لیے $K_{sp} = 7.4 \times 10^{-8}$)۔

7.70 بینزوئک ایسڈ کا آیونائزیشن مستقلہ 6.46×10^{-5} ہے۔اور سلور بینزوئیٹ کے لیے 2.5×10^{-13} ہے۔ pH 3.19 والے حاجب میں سلور بینزوئیٹ خالص پانی میں اس کی حل پذیری کے مقابلے کتنے گنا زیادہ حل پذیر ہوگا۔

7.71 فیرس سلفیٹ اور سوڈیم سلفائڈ کے مساوی مولر محلول کا زیادہ سے زیادہ ارتکاز کیا ہوگا تا کہ جب دونوں کو برابر حجم میں ملایا جائے تو آئرن سلفائڈ کی ترسیب نہ ہو؟ (آئرن سلفائڈ کے لیے $K_{sp} = 6.3 \times 10^{-18}$)

7.72 298 K پر 1g کیلشیم سلفیٹ کو حل کرنے کے لیے کم سے کم کتنے پانی کی ضرورت ہوگی (کیلشیم سلفیٹ کے لیے $K_{sp} = 9.1 \times 10^{-6}$ ہے)

7.73 ہائڈروجن سلفائڈ سے سیر شدہ 0.1 M HCl میں سلفائڈ آین کا ارتکاز 1.0×10^{-19} M ہے۔اگر اس کے 10mL مندرجہ ذیل کے 0.04M کے 5mL میں ملا دیے جائیں تو اب محلولوں میں سے کس کی ترسیب ہوگی:

$FeSO_4$, $MnCl_2$, $ZnCl_2$ اور $CdCl_2$۔

ضمیمہ I

ایس۔آئی اساسی اکائیوں کی تعریفیں

میٹر *(Metre)* (m): میٹر روشنی کے ذریعے طے کیے ہوئے اس راستے کی لمبائی ہے جو وہ ویکوم میں ایک سیکنڈ کے 1/299 792 458 وقفہ اوقات میں طے کرتی ہے (17th CGPM, 1983)۔

کلو گرام *(Killogram)* (kg): کلوگرام کمیت کی اکائی ہے۔ یہ کلوگرام کے بین الاقوامی نمونے کی کمیت کے مساوی ہے (3rd CGPM, 1901)۔

سیکنڈ *(Second)* (s) : سیزیم 133 (Caesium - 133) ایٹم کی گراؤنڈ اسٹیٹ (Ground State) کے دو ہائپرفائن لیول (Hyperfine Levels) کے مابین عبور (Transition) سے مطابقت رکھنے والے اشعاع (Readiation) کے 9192631770 ادوار (Periods) کا وقفہ (Period) سیکنڈ ہے (13th CGPM, 1967)۔

ایمپیر *(Ampere)* (A): ایمپیر وہ مستقل کرنٹ ہے جسے اگر دو لامتناہی لمبائی اور قابلِ نظر انداز دائری عرضی تراش (Circular Cross-section) کے دو مستقیم متوازی موصلوں کے درمیان برقرار رکھا جائے اور وہ موصل ویکوم میں ایک دوسرے سے 1 میٹر کے فاصلے پر ہوں تو وہ ان دونوں موصلوں کے درمیان جو قوت پیدا کرے وہ 2×10^{-7} نیوٹن فی میٹر لمبائی ہو (9th CGPM, 1967)۔

کیلوِن *(Kelvin)* (K): کیلون، حرحرکیاتی درجہ حرارت (Thermodynamic Temperature) کی اکائی ہے، پانی کے ثلاثی نقطہ (Triple Point) کے حرحرکیاتی درجہ حرارت کی 1/273.16 کسر ہے (13th CGPM, 1967)۔

مول *(Mole)* (mol): مول ایک نظام کی شے کی وہ مقدار ہے، جس میں ابتدائی ہستیوں (Elementary Entities) کی تعداد اتنی ہوتی ہے، جتنی کاربن-12 (Carbon -12) کے 0.012 کلوگرام میں ایٹموں کی تعداد ہوتی ہے۔ جب مول استعمال کیا جائے تو ابتدائی ہستیوں کی وضاحت کرنا لازمی ہے، کیونکہ یہ بنیادی ہستیاں ایٹم ہوسکتی ہیں یا سالمات ہوسکتی ہیں یا آین یا الیکٹران یا دوسرے ذرات یا ایسے ذرات کا کوئی مخصوص گروپ بھی ہوسکتی ہیں (14th CGPM, 1971)۔

کینڈیلا *(Candela)* (Cd): روشنی کے اس وسیلے کی دی ہوئی سمت میں، درخشاں شدت (Luminous Intensity) ہے جو 540×10^{12} ہرٹز فریکوینسی (Frequency) کے مونوکرومیٹک (Monochromatic) اشعاع کو خارج کرتی ہے اور جس کی اشعاعی شدت (Radiant Intensity)، اس سمت میں، 1/683 واٹ فی اسٹیریڈین (Watt Per Steradian) ہے (16th CGPM, 1979)۔

(اوپر دی ہوئی علامتیں، بین الاقوامی سطح پر منظور شدہ ہیں اور انہیں کسی بھی دوسری زبان یا رسم الخط میں تبدیل نہیں کیا جانا چاہیے۔)

ضمیمہ II

عناصر، ان کے ایٹمی عدد اور مولر کمیت

عنصر	علامت	ایٹمی عدد	مولر کمیت / $g\ mol^{-1}$
ایکٹینیم (Actinium)	Ac	89	227.03
ایلومینیم (Aluminium)	Al	13	26.98
امریشیم (Americium)	Am	95	(243)
اینٹی منی (Antimony)	Sb	51	121.75
آرگن (Argon)	Ar	18	39.95
آرسینک (Arsenic)	As	33	74.92
ایسٹاٹائن (Astatine)	At	85	210
بیریم (Berium)	Ba	56	137.34
برکیلیم (Berkelium)	Bk	97	(247)
بیریلیم (Beryllium)	Be	4	9.01
بسمتھ (Bismuth)	Bi	83	208.98
بوہریم (Bohrium)	Bh	107	(264)
بورون (Boron)	B	5	10.81
برومین (Bromine)	Br	35	79.91
کیڈمیم (Cadmium)	Cd	48	112.40
سیزیم (Caesium)	Cs	55	132.91
کیلشیم (Calcium)	Ca	20	40.08
کیلی فورنیم (Californium)	Cf	98	251.08
کاربن (Carbon)	C	6	12.01
سیریم (Cerium)	Ce	58	140.12
کلورین (Chlorine)	Cl	17	35.45
کرومیم (Chromium)	Cr	24	52.00
کوبالٹ (Cobalt)	Co	27	58.93
کاپر (Copper)	Cu	29	63.54
کیوریم (Curium)	Cm	96	247.07
ڈبنیم (Dubnium)	Db	105	(263)
ڈسپروسیم (Dysprosium)	Dy	66	162.50
آئن سٹائنیم (Einsteinium)	Es	99	(252)
اربیم (Erbium)	Er	68	167.26
یوروپیم (Europium)	Eu	63	151.96
فرمیم (Fermium)	Fm	100	(257.10)
فلورین (Fluoprine)	F	9	19.00
فرانشیم (Francium)	Fr	87	(223)
گیڈولینیم (Gadolinium)	Gd	64	157.25
گیلیم (Gallium)	Ga	31	69.72
جرمینیم (Germanium)	Ge	32	72.61
گولڈ/سونا (Gold)	Au	79	196.97
ہیفنیم (Hafnium)	Hf	72	178.49
ہیسیم (Gassium)	Hs	108	(269)
ہیلیم (Helium)	He	2	4.00
ہولمیم (Holmium)	Ho	67	164.93
ہائیڈروجن (Hydrogen)	H	1	1.0079
انڈیم (Indium)	In	49	114.82
آیوڈین (Iodine)	I	53	126.90
اریڈیم (Iridium)	Ir	77	192.2
آئرن/لوہا (Iron)	Fe	26	55.85
کرپٹن (Krypton)	Kr	36	83.80
لینتھینم (Lanthantum)	La	57	138.91
لارنشیم (Lawrencium)	Lr	103	(262.1)
لیڈ/سیسہ (Lead)	Pb	82	207.19
لیتھیم (Lithium)	Li	3	6.94
لیوٹیشیم (Lutetiume)	Lu	71	174.96
میگنیشیم (Magnesium)	Mg	12	24.31
مینگنیز (Manganese)	Mn	25	54.94
میٹنیریم (Meitnium)	Mt	109	(268)
مینڈلیویم (Mendelivium)	Md	101	258.10
مرکری/ پارہ (Mercury)	Hg	80	200.59
مولبڈینم (Molybdenum)	Mo	42	95.94
نیوڈائی میم (Neodymium)	Nd	60	144.24
نیون (Neon)	Ne	10	20.18
نیپچونیم (Neptunium)	Np	93	(237.05)
نکل (Nickel)	Ni	28	58.71
نیوبیم (Niobium)	Nb	41	92.91
نائٹروجن (Nitrogen)	N	7	14.0067
نوبیلیم (Nobelium)	No	102	(259)
آسمیم (Osmium)	Os	76	190.2
آکسیجن (Oxygen)	O	8	16.00
پیلیڈیم (Palladium)	Pd	46	106.4
فاسفورس (Phosphorous)	P	15	30.97
پلاٹینم (Platinum)	Pt	78	195.09
پلوٹونیم (Plutonium)	Pu	94	(244)
پولونیم (Polonium)	Po	84	210
پوٹاشیم (Potassium)	K	19	39.10
پریسوڈائی میم (Praseodymium)	Pr	59	140.91
پرومیتھیم (Promethium)	Pm	61	(145)
پروٹیکٹینیم (Protactinium)	Pa	91	231.04
ریڈیم (Radium)	Ra	88	(226)
ریڈون (Redon)	Rn	86	(222)
رینیم (Rhenium)	Re	75	186.2
روڈیم (Rhodium)	Rh	45	102.91
روبیڈیم (Rbidium)	Rb	37	85.47
روتھینیم (Ruthenium)	Ru	44	101.07
رودرفورڈیم (Rutherfordium)	Rf	104	(261)
سامیریم (Samarium)	Sm	62	150.35
اسکینڈیم (Scandium)	Sc	21	44.96
سی بورگیم (Seaborgium)	Sg	106	(266)
سیلینیم (Selenium)	Se	34	78.96
سلیکون (Silicon)	Si	14	28.08
سلور/ چاندی (Silver)	Ag	47	107.87
سوڈیم (Sodium)	Na	11	22.99
اسٹرونشیم (Strontium)	Sr	38	87.62
سلفر/ گندھک (Sulphar)	S	16	32.06
ٹینٹلم (Tantalum)	Ta	73	180.95
ٹیکنیشیم (Technetium)	Tc	43	(98.91)
ٹیلوریم (Tellurium)	Te	52	127.60
ٹربیم (Terbium)	Tb	65	158.92
تھیلیم (Thallium)	Tl	81	204.37
تھوریم (Therium)	Th	90	232.04
تھولیم (Thulium)	Tm	69	168.93
ٹن (Tin)	Sn	50	118.69
ٹائی ٹے نیم (Titanium)	Ti	22	47.88
ٹنگسٹن (Tungsten)	W	74	183.85
ان ان بیم (Ununbium)	Uub	112	(277)
ان ان نیلیم (Ununnilium)	Uun	110	(269)
ان ان ان ایم (Unununium)	Uuu	111	(272)
یورینیم (Uranium)	U	92	238.03
وینے ڈیم (Vanadium)	V	23	50.94
زی نون (Xenon)	Xe	54	131.30
ایٹربیم (Ytterbium)	Yb	70	173.04
اٹریم (Yttrium)	Y	39	88.91
زنک (Zinc)	Zn	30	65.37
زرکونیم (Zirconium)	Zr	40	91.22

قوسین (Paranthesis) میں دی ہوئی قدر اس اہم جا کی مولر کمیت ہے، جس کی نصف عمر سب سے زیادہ ہے۔

ضمیمہ III

A۔ 298 K اور ایک فضائی دباؤ پر کچھ اشیا کی نوعی اور مولر حرارتی گنجائشیں (Specific and Molar Heat Capacities of Some Substance at 298 K and one Atmospheric Pressure)		
مولر حرارتی گنجائش (Molar Heat Capacity) (J/mol)	**نوعی حرارتی گنجائش (Specific Heat Capacity) (J/g)**	**شے (Substance)**
20.8	0.720	ہوا (Air)
75.4	4.184	پانی / رقیق (Water, Liquid)
35.1	2.06	امونیا / گیس (Ammonia, Gas)
29.1	0.797	ہائڈروجن کلورائڈ (Hydrogen Chloride)
29.1	0.360	ہائڈروجن برومائڈ (Hydrogen Bromide)
79.9	4.70	امونیا / رقیق (Ammonia, Liquid)
113.16	2.46	ایتھائل الکوحل / رقیق (Ethyl Alcohol, Liquid)
152.52	2.42	ایتھلین گلائی کول / رقیق (Ethylene Glycol, Liq)
37.08	2.06	پانی / ٹھوس (Water, Solid)
132.59	0.861	کاربن ٹیٹرا کلورائڈ / رقیق (Carbon Tetra Chloride, Liquid)
72.35	0.5980	کلوروفلورو کاربن (Chlorofluoro Carbon) (CCl_2F_2)
39.2	0.817	اوزون (Ozone)
20.7	1.03	نیون (Neon)
33.8	0.477	کلورین (Chlorine)
75.6	0.473	برومین (Bromine)
25.1	0.460	لوہا (Iron)
24.7	0.385	کاپر (Cpper)
24.35	0.902	ایلومینیم (Aluminium)
25.2	0.128	سونا (Gold)
8.65	0.720	گریفائٹ (Graphite)

B۔ کچھ گیسوں کی مولر حرارتی گنجائش (Molar Heat Capacities for Some Gases, J/mol)

Gas	C_p	C_v	$C_p - C_v$	C_p / C_v
یک ایٹمی (Monatomic)*				
ہیلیم (Helium)	20.9	12.8	8.28	1.63
آرگن (Orgon)	20.8	12.5	8.33	1.66
آیوڈین (Iodine)	20.9	12.6	8.37	1.66
پارہ (Mercury)	20.8	12.5	8.33	1.66
دو ایٹمی (Diatomic)†				
ہائڈروجن (Hydrogen)	28.6	20.2	8.33	1.41
آکسیجن (Oxygen)	29.1	20.8	8.33	1.39
نائٹروجن (Nitrogen)	29.0	20.7	8.30	1.40
ہائڈروجن کلورائڈ (Hydrogen Chloride)	29.6	21.0	8.60	1.39
کاربن مونو آکسائڈ (Carbon Monoxide)	29.0	21.0	8.00	1.41
سہ ایٹمی (Triatomic)†				
نائٹرس آکسائڈ (Nitrous Oxide)	39.0	30.5	8.50	1.28
کاربن ڈائی آکسائڈ (Carbon Dioxide)	37.5	29.0	8.50	1.29
کثیر ایٹمی (Polyatomic)†				
ایتھین (Ethane)	53.2	44.6	8.60	1.19

* صرف انتقالی حرکی توانائی (Translational Kinetic Energy Only)۔

† انتقالی (Translational)، ارتعاشی (Vibrational) اور گردشی توانائی (Rotational Energy)۔

ضمیمہ IV

طبیعی مستقلے

SI اکائیاں (SI Units)	مروج اکائیاں (Traditional Units)	علامت (Symbol)	مقدار (Quantity)
9.806 m/s	980.6 cm/s	g	ثقلی اسراع (Acceleration of Gravity)
1.6606×10^{-27} kg	1.6606×10^{-24} g	amu یا u	ایٹمی کمیت اکائی (^{12}C ایٹم کی کمیت کا 1/12) (Atomic Mass unit, 1/12 the Mass of ^{12}C Constant
6.022×10^{23} particles/mol	6.022×10^{23} ذرات فی مول (Particles/mol)	N_A	(Avogadro Constant) ایووگاڈرو مستقلہ
5.2918×10^{-11} m	0.52918 Å 5.2918×10^{-9} cm	a_0	(Bohar Radius) بوہر نصف قطر
1.3807×10^{-23} J/K	1.3807×10^{-16} erg/K	k	(Boltzmann Constant) بولٹز مین مستقلہ
1.7588×10^{11} C/kg	1.7588×10^{8} coulomb/g	e/m	الیکٹران کی چارج کی کمیت سے نسبت (Charge to Mass Ratio of Electron)
1.60219×10^{-19} C	1.60219×10^{-19} coulomb 4.8033×10^{-19} esu	e	(Electronic Charge) الیکٹران کا برقی چارج
9.10952×10^{-31} kg	9.10952×10^{-28} g 0.00054859 u	m_e	(Electron Rest mass) الیکٹران سکونی کمیت
96,487 C/mol e^-	96,487 coulombs/eq	F	(Faraday Constant) فیراڈے مستقلہ
96,487 J/V.mol e^- $8.3145 \frac{kPa\ dm^3}{mol\ K}$ 8.3145 J/mol.K	23.06 kcal/volt. eq $0.8206 \frac{L\ atm}{mol\ K}$ $1.987 \frac{cal}{mol\ K}$	R	(Gas Constant) گیس مستقلہ

22.710981×10^{-3} m^3/mol 22.710981 dm^3/mol	22.710981 L/mol	V_m	مولر حجم (Molar Volume)(STP)
1.67495×10^{-27} kg	1.67495×10^{-24} g 1.008665 u	m_n	نیوٹران سکونی کمیت (Neutron Rest Mass)
6.6262×10^{-34} J s	6.6262×10^{-27} ergs	h	پلانک مستقلہ (Planck Constant)
1.6726×10^{-27} kg	1.6726×10^{-24} g 1.007277 u	m_p	پروٹان سکونی کمیت (Proton Rest Mass)
1.0974×10^{7} m^{-1}	3.289×10^{15} cycles/s	R_∞	رڈبرگ مستقلہ (Rybderg Constant)
2.1799×10^{-18} J	2.1799×10^{-11} erg		
2.9979×10^{8} m/s	2.9979×10^{10} cm/s (186,281 miles/second)	c	ویکیوم میں روشنی کی رفتار (Speed of Light, in a Vacuum)

$\pi = 3.1416$ $\quad 2.303\,R = 4.576$ cal/mol K = 19.15 J/mol K

$e = 2.71828$ $\quad 2.303\,RT$ (at 25°C) = 1364 cal/mol = 5709 J/mol

$\ln X = 2.303 \log X$

ضمیمہ V

کچھ کارآمد بدل اجزائے ضربی

کمیت اور وزن کی اکائیاں

1 پاؤنڈ = 453.59 گرام

1 پاؤنڈ = 453.59 گرام = 0.45359 کلوگرام

1 کلوگرام = 1000 گرام = 2.205 پاؤنڈ

1 گرام = 10 ڈیسی گرام = 100 سینٹی گرام = 1000 ملی گرام

1 گرام = 6.022×10^{23} اٹیمی کمیت اکائی یا u

1 اٹیمی کمیت اکائی = 1.6606×10^{-24} گرام

1 میٹرک ٹن = 1000 کلوگرام = 2205 پاؤنڈ

حجم کی عام اکائیاں

1 کوآرٹ = 0.9463 لیٹر

1 لیٹر = 1.056 کوآرٹ

1 لیٹر = 1 کعب ڈیسی میٹر = 1000 کعب سینٹی میٹر = 0.001 کعب میٹر

1 ملی لیٹر = 1 کعب سینٹی میٹر = 0.001 لیٹر = 1.056×10^{-3} کوآرٹ

1 کعب فٹ = 28.316 لیٹر = 29.902 کوآرٹ = 7.475 گیلن

توانائی کی عام اکائیاں

1 جول = 1×10^{7} ارگ

1 حرارتی کیمیائی کیلوری** = 4.184 جول = 4.184×10^{7} ارگ

= 4.129×10^{-2} لیٹر-ایٹموسفیئر

= 2.612×10^{19} الیکٹران وولٹ

1 ارگ = 1×10^{-7} جول = 2.3901×10^{-8} کیلوری

1 الیکٹران وولٹ = 1.6022×10^{-19} جول

= 1.6022×10^{-12} ارگ

= 96.487 kJ/ mol†

1 لیٹر-ایٹموسفیئر = 24.217 کیلوری

= 101.32 جول

= 1.0132×10^{9} ارگ

1 برٹش حرارتی اکائی = 1055.06 جول

= 1.05506×10^{10} ارگ

= 252.2 کیلوری

لمبائی کی عام اکائیاں

1 انچ = 2.54 سینٹی میٹر (بالکل درست)

1 میل = 5280 فٹ = 1.609 کلومیٹر

1 گز = 36 انچ = 0.9144 میٹر

1 میٹر = 100 سینٹی میٹر = 39.37 انچ = 3.281 فٹ = 1.094 گز

1 کلومیٹر = 1000 میٹر = 1094 گز = 0.6215 میل

1 انگسٹرام = 1.0×10^{-8} سینٹی میٹر = 0.10 نینو میٹر

= 1.0×10^{-10} میٹر = 3.937×10^{-9} انچ

* قوت اور دباؤ کی عام اکائیاں

1 فضائی دباؤ = پارہ کے 760 ملی میٹر

= 1.013×10^{5} پاسکل

= 14.70 پاؤنڈ فی مربع میٹر

1 بار = 10^{5} پاسکل

1 ٹور = پارہ 1 کا ملی میٹر

1 پاسکل = $1 kg/ms^2 = 1 N/m^2$

---

* قوت: $(N) = 1\ kg\ m/s^2$ نیوٹن 1، یعنی وہ قوت جو اگر ایک سیکنڈ تک لگائی جائے تو ایک کلوگرام کمیت کو 1 میٹر فی سیکنڈ رفتار دے۔

** حرارت کی وہ مقدار جو ایک گرام پانی کا درجہ حرارت 14.5°C سے 15.5°C تک بڑھانے کے لیے درکار ہے۔

† نوٹ کریں کہ دوسری اکائیاں فی ذرہ ہیں اور اسے 6.022×10^{23} سے ضرب کرنا ہوگا تب ہی دوسری اکائیوں سے مقابلہ کیا جاسکتا ہے۔

ضمیمہ VI

298K پر حر حرکیاتی اعداد و شمار

غیر نامیاتی اشیا (Inorganic Substances)

شے	تشکیل کی اینتھالپی $\Delta_f H^{\ominus}$/ (kJ mol^{-1})	تشکیل کی گبس توانائی $\Delta_f G^{\ominus}$/ (kJ mol^{-1})	اینٹراپی $S^{\ominus}$/(J K^{-1} mol^{-1})
ایلومینیم			
$Al(s)$	0	0	28.33
$Al^{3+}(aq)$	– 524.7	–481.2	–321.7
$Al_2O_3(s)$	–1675.7	–1582.3	50.92
$Al(OH)_3(s)$	–1276	—	—
$AlCl_3(s)$	–704.2	–628.8	110.67
اینٹی منی			
$SbH_3(g)$	145.11	147.75	232.78
$SbCl_3(g)$	–313.8	–301.2	337.80
$SbCl_5(g)$	–394.34	–334.29	401.94
آرسینک			
$As(s)$	0	0	35.1
$As_2S_3(s)$	–169.0	–168.6	163.6
$AsO_4^{3-}(aq)$	–888.14	–648.41	–162.8
بیریم			
$Ba(s)$	0	0	62.8
$Ba^{2+}(aq)$	–537.64	–560.77	9.6
$BaO(s)$	–553.5	–525.1	70.42
$BaCO_3(s)$	–1216.3	–1137.6	112.1
$BaCO_3(aq)$	–1214.78	–1088.59	–47.3

شے	تشکیل کی اینتھالپی $\Delta_f H^\ominus/(kJ\ mol^{-1})$	تشکیل کی گبس توانائی $\Delta_f G^\ominus/(kJ\ mol^{-1})$	اینٹراپی $S^\ominus/(J\ K^{-1}\ mol^{-1})$
بورون			
B(s)	0	0	5.86
B_2O_3(s)	–1272.8	–1193.7	53.97
BF_3(g)	–1137.0	–1120.3	254.12
برومین			
Br_2(l)	0	0	152.23
Br_2(g)	30.91	3.11	245.46
Br(g)	111.88	82.40	175.02
Br^-(aq)	–121.55	–103.96	82.4
HBr(g)	–36.40	–53.45	198.70
BrF_3(g)	–255.60	–229.43	292.53
کیلشیم			
Ca(s)	0	0	41.42
Ca(g)	178.2	144.3	154.88
Ca^{2+}(aq)	–542.83	–553.58	–53.1
CaO(s)	–635.09	–604.03	39.75
$Ca(OH)_2$(s)	–986.09	–898.49	83.39
$Ca(OH)_2$(aq)	–1002.82	–868.07	–74.5
$CaCO_3$(s), کیلسائٹ	–1206.92	–1128.8	92.9
$CaCO_3$(s), آرگونائٹ	–1207.1	–1127.8	88.7
$CaCO_3$(aq)	–1219.97	–1081.39	–110.0
CaF_2(s)	–1219.6	–1167.3	68.87
CaF_2(aq)	–1208.09	–1111.15	–80.8
$CaCl_2$(s)	–795.8	–748.1	104.6
$CaCl_2$(aq)	–877.1	–816.0	59.8
$CaBr_2$(s)	–682.8	–663.6	130
CaC_2(s)	–59.8	–64.9	69.96
CaS(s)	–482.4	–477.4	56.5
$CaSO_4$(s)	–1434.11	–1321.79	106.7
$CaSO_4$(aq)	–1452.10	–1298.10	–33.1

شے	تشکیل کی اینتھالپی $\Delta_f H^\ominus$/ (kJ mol^{-1})	تشکیل کی گبس توانائی $\Delta_f G^\ominus$/ (kJ mol^{-1})	اینٹراپی $S^\ominus$/(J K^{-1} mol^{-1})
** کاربن			
C(s)، گریفائٹ	0	0	5.740
C(s)، ہیرا	1.895	2.900	2.377
C(g)	716.68	671.26	158.10
CO(g)	–110.53	–137.17	197.67
CO2(g)	–393.51	–394.36	213.74
CO_3^{2-}(aq)	–677.14	–527.81	–56.9
CCl_4(l)	–135.44	–65.21	216.40
CS2(l)	89.70	65.27	151.34
HCN(g)	135.1	124.7	201.78
HCN(l)	108.87	124.97	112.84
سیریم			
Ce(s)	0	0	72.0
Ce^{3+}(aq)	–696.2	–672.0	–205
Ce^{4+}(aq)	–537.2	–503.8	–301
کلورین			
Cl_2(g)	0	0	223.07
Cl(g)	121.68	105.68	165.20
Cl^-(aq)	–167.16	–131.23	56.5
HCl(g)	–92.31	–95.30	186.91
HCl(aq)	–167.16	–131.23	56.5
کاپر			
Cu(s)	0	0	33.15
Cu^+(aq)	71.67	49.98	40.6
Cu^{2+}(aq)	64.77	65.49	–99.6
Cu_2O(aq)	–168.6	–146.0	93.14
CuO(s)	–157.3	–129.7	42.63
$CuSO_4$(s)	–771.36	–661.8	109
$CuSO_4.5H_2O$(s)	–2279.7	–1879.7	300.4

** نامیاتی مرکبات کے لیے، ایک علیحدہ جدول اسی سلسلے میں مہیا کی گئی ہے۔

(جاری ہے)

شے	تشکیل کی اینتھالپی $\Delta_f H^\ominus$/ (kJ mol^{-1})	تشکیل کی گبس توانائی $\Delta_f G^\ominus$/ (kJ mol^{-1})	اینٹراپی $S^\ominus$/(J K^{-1} mol^{-1})
ڈیوٹیریم			
D_2(g)	0	0	144.96
D_2O(g)	–249.20	–234.54	198.34
D_2O(l)	–294.60	–243.44	75.94
فلورین			
F_2(g)	0	0	202.78
F^-(aq)	–332.63	–278.79	–13.8
HF(g)	–271.1	–273.2	173.78
HF(aq)	–332.63	–278.79	–13.8
ہائڈروجن (ڈیوٹیریم بھی دیکھیے)			
H_2(g)	0	0	130.68
H(g)	217.97	203.25	114.71
H^+(aq)	0	0	0
H_2O(l)	–285.83	–237.13	69.91
H_2O(g)	–241.82	–228.57	188.83
H_2O_2(l)	–187.78	–120.35	109.6
H_2O_2(aq)	–191.17	–134.03	143.9
آیوڈین			
I_2(s)	0	0	116.14
I_2(g)	62.44	19.33	260.69
I^-(aq)	–55.19	–51.57	111.3
HI(g)	26.48	1.70	206.59
آئرن			
Fe(s)	0	0	27.28
Fe^{2+}(aq)	–89.1	–78.90	–137.7
Fe^{3+}(aq)	–48.5	–4.7	–315.9
Fe_3O_4(s), میگنیٹائٹ	–1118.4	–1015.4	146.4
Fe_2O_3(s), ہیمیٹائٹ	–824.2	–742.2	87.40
FeS(s,α)	–100.0	–100.4	60.29
FeS(aq)	—	6.9	—
FeS_2(s)	–178.2	–166.9	52.93

شے	تشکیل کی اینتھالپی $\Delta_f H^\ominus$/ (kJ mol^{-1})	تشکیل کی گبس توانائی $\Delta_f G^\ominus$/ (kJ mol^{-1})	اینٹراپی $S^\ominus$/(J K^{-1} mol^{-1})
(سیسہ) لیڈ			
Pb(s)	0	0	64.81
Pb^{2+}(aq)	–1.7	–24.43	10.5
PbO_2(s)	–277.4	–217.33	68.6
$PbSO_4$(s)	–919.94	–813.14	148.57
$PbBr_2$(s)	–278.7	–261.92	161.5
$PbBr_2$(aq)	–244.8	–232.34	175.3
میگنیشیم			
Mg(s)	0	0	32.68
Mg(g)	147.70	113.10	148.65
Mg^{2+}(aq)	–466.85	–454.8	–138.1
MgO(s)	–601.70	–569.43	26.94
$MgCO_3$(s)	–1095.8	–1012.1	65.7
$MgBr_2$(s)	–524.3	–503.8	117.2
(جاری ہے)			
(پارہ) مرکری			
Hg(1)	0	0	76.02
Hg(g)	61.32	31.82	174.96
HgO(s)	–90.83	–58.54	70.29
Hg_2Cl_2(s)	–265.22	–210.75	192.5
نائٹروجن			
N_2(g)	0	0	191.61
NO(g)	90.25	86.55	210.76
N_2O(g)	82.05	104.20	219.85
NO_2(g)	33.18	51.31	240.06
N_2O_4(g)	9.16	97.89	304.29
HNO_3(1)	–174.10	–80.71	155.60
HNO_3(aq)	–207.36	–111.25	146.4
NO_3^-(aq)	–205.0	–108.74	146.4
NH_3(g)	–46.11	–16.45	192.45

شے	تشکیل کی اینتھالپی $\Delta_f H^\ominus$/ (kJ mol^{-1})	تشکیل کی گبس توانائی $\Delta_f G^\ominus$/ (kJ mol^{-1})	اینٹراپی $S^\ominus$/(J K^{-1} mol^{-1})
NH_3(aq)	–80.29	–26.50	111.3
NH_4^+ (aq)	–132.51	–79.31	113.4
NH_2OH(s)	–114.2	—	—
HN_3(g)	294.1	328.1	238.97
N_2H_4(1)	50.63	149.34	121.21
NH_4NO_3(s)	–365.56	–183.87	151.08
NH_4Cl(s)	–314.43	–202.87	94.6
NH_4ClO_4(s)	–295.31	–88.75	186.2
آکسیجن			
O_2(g)	0	0	205.14
O_3(g)	142.7	163.2	238.93
OH–(aq)	–229.99	–157.24	–10.75
فاسفورس			
P(s), سفید	0	0	41.09
P_4(g)	58.91	24.44	279.98
PH_3(g)	5.4	13.4	210.23
P_4O_{10}(s)	–2984.0	–2697.0	228.86
H_3PO_3(aq)	–964.8	—	—
H_3PO_4(1)	–1266.9	—	—
H_3PO_4(aq)	–1277.4	–1018.7	—
PCl_3(1)	–319.7	–272.3	217.18
PCl_3(g)	–287.0	–267.8	311.78
PCl_5(g)	–374.9	–305.0	364.6
پوٹاشیم			
K(s)	0	0	64.18
K(g)	89.24	60.59	160.34
K^+(aq)	–252.38	–283.27	102.5
KOH(s)	–424.76	–379.08	78.9
KOH(aq)	–482.37	–440.50	91.6
KF(s)	–567.27	–537.75	66.57

شے	تشکیل کی اینتھالپی $\Delta_f H^\ominus$ / (kJ mol^{-1})	تشکیل کی گبس توانائی $\Delta_f G^\ominus$ / (kJ mol^{-1})	اینٹراپی $S^\ominus$/(J K^{-1} mol^{-1})
پوٹاشیم			
KCl(s)	–436.75	–409.14	82.59
KBr(s)	–393.80	–380.66	95.90
KI(s)	–327.90	–324.89	106.32
$KClO_3$(s)	–397.73	–296.25	143.1
$KClO_4$(s)	–432.75	–303.09	151.0
K_2S(s)	–380.7	–364.0	105
K_2S(aq)	–471.5	–480.7	190.4
سلیکان			
Si(s)	0	0	18.83
SiO_2(s,α)	–910.94	–856.64	41.84
چاندی			
Ag(s)	0	0	42.55
Ag^+(aq)	105.58	77.11	72.68
Ag_2O(s)	–31.05	–11.20	121.3
AgBr(s)	–100.37	–96.90	107.1
AgBr(aq)	–15.98	–26.86	155.2
AgCl(s)	–127.07	–109.79	96.2
AgCl(aq)	–61.58	–54.12	129.3
AgI(s)	–61.84	–66.19	115.5
AgI(aq)	50.38	25.52	184.1
$AgNO_3$(s)	–124.39	–33.41	140.92
سوڈیم			
Na(s)	0	0	51.21
Na(g)	107.32	76.76	153.71
Na^+(aq)	–240.12	–261.91	59.0
NaOH(s)	–425.61	–379.49	64.46
NaOH(aq)	–470.11	–419.15	48.1
NaCl(s)	–411.15	–384.14	72.13

شے	تشکیل کی اینتھالپی $\Delta_f H^\ominus$/ (kJ mol^{-1})	تشکیل کی گبس توانائی $\Delta_f G^\ominus$/ (kJ mol^{-1})	اینٹراپی $S^\ominus$/(J K^{-1} mol^{-1})
NaCl(aq)	–407.3	–393.1	115.5
NaBr(s)	–361.06	–348.98	86.82
NaI(s)	–287.78	–286.06	98.53
$NaHCO_3$(s)	–947.7	–851.9	102.1
Na_2CO_3(s)	–1130.9	–1047.7	136.0
سلفر (گندھک)			
S(s), رھومبک	0	0	31.80
S(s), مونوکلینک	0.33	0.1	32.6
S^{2-}(aq)	33.1	85.8	–14.6
SO_2(g)	–296.83	–300.19	248.22
SO_3(g)	–395.72	–371.06	256.76
H_2SO_4(l)	–813.99	–690.00	156.90
H_2SO_4(aq)	–909.27	–744.53	20.1
SO_4^{2-}(aq)	–909.27	–744.53	20.1
H_2S(g)	–20.63	–33.56	205.79
H_2S(aq)	–39.7	–27.83	121
SF_6(g)	–1209	–1105.3	291.82
ٹن			
Sn(s), سفید	0	0	51.55
Sn(s),	–2.09	0.13	44.14
SnO(s)	–285.8	–256.9	56.5
SnO_2(s)	–580.7	–519.6	52.3
زنک			
Zn(s)	0	0	41.63
Zn^{2+}(aq)	–153.89	–147.06	–112.1
ZnO(s)	–348.28	–318.30	43.64
Zn(g)	+130.73	+95.14	160.93

محلول میں انفرادی آینوں کی اینٹراپی معلوم کرنے کے لیے پانی میں H^+ کی اینٹراپی کو صفر متعین کیا جاتا ہے اور پھر باقی دوسرے آینوں کی اینٹراپی کی تعریف اس قدر کی مناسبت سے کی جاتی ہے، اس لیے منفی اینٹراپی وہ ہے جو پانی میں H^+ کی اینٹراپی کے مقابلے کم ہے۔

نامیاتی مرکبات

شے	احتراق کی اینتھالپی $\Delta_c H^\ominus$ / (kJ mol^{-1})	تشکیل کی اینتھالپی $\Delta_f H^\ominus$ / (kJ mol^{-1})	تشکیل کی گبس توانائی $\Delta_f G^\ominus$ / (kJ mol^{-1})	اینٹراپی $S^\ominus$/(J K^{-1} mol^{-1})
ہائڈرو کاربن				
CH_4(g), methane	–890	–74.81	–50.72	186.26
C_2H_2(g), ethyne (acetylene)	–1300	226.73	209.20	200.94
C_2H_4(g), ethene(ethylene)	–1411	52.26	68.15	219.56
C_2H_6(g), ethane	–1560	–84.68	–32.82	229.60
C_3H_6(g), propene (propylene)	–2058	20.42	62.78	266.6
C_3H_6(g), cyclopropane	–2091	53.30	104.45	237.4
C_3H_8(g), propane	–2220	–103.85	–23.49	270.2
C_4H_{10}(g), butane	–2878	–126.15	–17.03	310.1
C_5H_{12}(g), pentane	–3537	–146.44	–8.20	349
C_6H_6(l), benzene	–3268	49.0	124.3	173.3
C_6H_6(g)	–3302	—	—	—
C_7H_8(l), toluene	–3910	12.0	113.8	221.0
C_7H_8(g)	–3953	—	—	—
C_6H_{12}(l), cyclohexane	–3920	–156.4	26.7	204.4
C_6H_{12}(g),	–3953	—	—	—
C_8H_{18}(l), octane	–5471	–249.9	6.4	358
الکوحل اور فینال				
CH_3OH(l), methanol	–726	–238.86	–166.27	126.8
CH_3OH(g)	–764	–200.66	–161.96	239.81
C_2H_5OH(l), ethanol	–1368	–277.69	–174.78	160.7
C_2H_5OH(g)	–1409	–235.10	–168.49	282.70
C_6H_5OH(s), phenol	–3054	–164.6	–50.42	144.0
Carboxylic acid				
HCOOH(l), formic acid	–255	–424.72	–361.35	128.95
CH_3COOH(l), acetic acid	–875	–484.5	–389.9	159.8
CH_3COOH (aq)	—	–485.76	–396.64	86.6
$(COOH)_2$(s), oxalic acid	–254	–827.2	–697.9	120
C_6H_5COOH(s), benzoic acid	–3227	–385.1	–245.3	167.6

Aldehydes and ketones				
HCHO(g), methanal (formaldehyde)	-571	-108.57	-102.53	218.77
CH_3CHO(l), ethanal (acetaldehyde)	-1166	-192.30	-128.12	160.2
CH_3CHO(g)	-1192	-166.19	-128.86	250.3
CH_3COCH_3(l), propanone (acetone)	-1790	-248.1	-155.4	200
Sugars				
$C_6H_{12}O_6$(s), glucose	-2808	-1268	-910	212
$C_6H_{12}O_6$(aq)	—	—	-917	—
$C_6H_{12}O_6$(s), fructose	-2810	-1266	—	—
$C_{12}H_{22}O_{11}$(s), sucrose	-5645	-2222	-1545	360
Nitrogen compounds				
$CO(NH_2)_2$(s), urea	-632	-333.51	-197.33	104.60
$C_6H_5NH_2$(l), aniline	-3393	31.6	149.1	191.3
NH_2CH_2COOH(s), glycine	-969	-532.9	-373.4	103.51
CH_3NH_2(g), methylamine	-1085	-22.97	32.16	243.41

ضمیمہ VII

برق کیمیائی ترتیب میں 298 K پر معیاری مضمر

Reduction half-reaction	$E^\ominus$/V
$H_4XeO_6 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow XeO_3 + 3H_2O$	+3.0
$F_2 + 2e^- \longrightarrow 2F–$	+2.87
$O_3 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow O_2 + H_2O$	+2.07
$S_2O_8^{2-} + 2e^- \longrightarrow 2SO_4^{2-}$	+2.05
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag^+$	+1.98
$Co^{3+} + e^- \longrightarrow Co^{2+}$	+1.81
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.78
$Au^+ + e^- \longrightarrow Au$	+1.69
$Pb^{4+} + 2e^- \longrightarrow Pb^{2+}$	+1.67
$2HClO + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow Cl_2 + 2H_2O$	+1.63
$Ce^{4+} + e^- \longrightarrow Ce^{3+}$	+1.61
$2HBrO + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow Br_2 + 2H_2O$	+1.60
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	+1.51
$Mn^{3+} + e^- \longrightarrow Mn^{2+}$	+1.51
$Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$	+1.40
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	+1.36
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1.33
$O_3 + H_2O + 2e^- \longrightarrow O_2 + 2OH^-$	+1.24
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.23
$ClO_4^- + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow ClO_3^- + 2H_2O$	+1.23
$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	+1.23
$Pt^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pt$	+1.20
$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$	+1.09
$Pu^{4+} + e^- \longrightarrow Pu^{3+}$	+0.97
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \longrightarrow NO + 2H_2O$	+0.96
$2Hg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Hg_2^{2+}$	+0.92
$ClO^- + H_2O + 2e^- \longrightarrow Cl^- + 2OH^-$	+0.89
$Hg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Hg$	+0.86
$NO_3^- + 2H^+ + e^- \longrightarrow NO_2 + H_2O$	+0.80
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	+0.80
$Hg_2^{2+} + 2e^- \longrightarrow 2Hg$	+0.79
$Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}$	+0.77
$BrO^- + H_2O + 2e^- \longrightarrow Br^- + 2OH^-$	+0.76
$Hg_2SO_4 + 2e^- \longrightarrow 2Hg + SO_4^{2-}$	+0.62
$MnO_4^{2-} + 2H_2O + 2e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$	+0.60
$MnO_4^- + e^- \longrightarrow MnO_4^{2-}$	+0.56
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$	+0.54
$I_3^- + 2e^- \longrightarrow 3I^-$	+0.53

Reduction half-reaction	$E^\ominus$/V
$Cu^+ + e^- \longrightarrow Cu$	+0.52
$NiOOH + H_2O + e^- \longrightarrow Ni(OH)_2 + OH^-$	+0.49
$Ag_2CrO_4 + 2e^- \longrightarrow 2Ag + CrO_4^{2-}$	+0.45
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$	+0.40
$ClO_4^- + H_2O + 2e^- \longrightarrow ClO_3^- + 2OH^-$	+0.36
$[Fe(CN)_6]^{3-} + e^- \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{4-}$	+0.36
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	+0.34
$Hg_2Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Hg + 2Cl^-$	+0.27
$AgCl + e^- \longrightarrow Ag + Cl^-$	+0.27
$Bi^{3+} + 3e^- \longrightarrow Bi$	+0.20
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2SO_3 + H_2O$	+0.17
$Cu^{2+} + e^- \longrightarrow Cu^+$	+0.16
$Sn^{4+} + 2e^- \longrightarrow Sn^{2+}$	+0.15
$AgBr + e^- \longrightarrow Ag + Br^-$	+0.07
$Ti^{4+} + e^- \longrightarrow Ti^{3+}$	0.00
$2H^+ + 2e– \longrightarrow H_2$	0.0 by definition
$Fe^{3+} + 3e^- \longrightarrow Fe$	–0.04
$O_2 + H_2O + 2e^- \longrightarrow HO_2^- + OH^-$	–0.08
$Pb^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pb$	–0.13
$In^+ + e^- \longrightarrow In$	–0.14
$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$	–0.14
$AgI + e^- \longrightarrow Ag + I^-$	–0.15
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	–0.23
$V^{3+} + e^- \longrightarrow V^{2+}$	–0.26
$Co^{2+} + 2e^- \longrightarrow Co$	–0.28
$In^{3+} + 3e^- \longrightarrow In$	–0.34
$Tl^+ + e^- \longrightarrow Tl$	–0.34
$PbSO_4 + 2e^- \longrightarrow Pb + SO_4^{2-}$	–0.36
$Ti^{3+} + e^- \longrightarrow Ti^{2+}$	–0.37
$Cd^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cd$	–0.40
$In^{2+} + e^- \longrightarrow In^+$	–0.40
$Cr^{3+} + e^- \longrightarrow Cr^{2+}$	–0.41
$Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$	–0.44
$In^{3+} + 2e^- \longrightarrow In^+$	–0.44
$S + 2e^- \longrightarrow S^{2-}$	–0.48
$In^{3+} + e^- \longrightarrow In^{2+}$	–0.49
$U^{4+} + e^- \longrightarrow U^{3+}$	–0.61
$Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$	–0.74
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$	–0.76

(continued)

Reduction half-reaction	E^{J}/V	Reduction half-reaction	E^{J}/V
$Cd(OH)_2 + 2e^- \longrightarrow Cd + 2OH^-$	-0.81	$La^{3+} + 3e^- \longrightarrow La$	-2.52
$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83	$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$	-2.71
$Cr^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cr$	-0.91	$Ca^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ca$	-2.87
$Mn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mn$	-1.18	$Sr^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sr$	-2.89
$V^{2+} + 2e^- \longrightarrow V$	-1.19	$Ba^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ba$	-2.91
$Ti^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ti$	-1.63	$Ra^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ra$	-2.92
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	-1.66	$Cs^+ + e^- \longrightarrow Cs$	-2.92
$U^{3+} + 3e^- \longrightarrow U$	-1.79	$Rb^+ + e^- \longrightarrow Rb$	-2.93
$Sc^{3+} + 3e^- \longrightarrow Sc$	-2.09	$K^+ + e^- \longrightarrow K$	-2.93
$Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg$	-2.36	$Li^+ + e^- \longrightarrow Li$	-3.05
$Ce^{3+} + 3e^- \longrightarrow Ce$	-2.48		

کچھ منتخب مسائل کے جواب

اکائی 1

1.17 ~ 15×10^{-4} g , 1.25×10^{-4} m

1.18 (i) 4.8×10^{-3} (ii) 2.34×10^{-5} (iii) 8.008×10^{-3} (iv) 5.000×10^{-2}
(v) 6.0012×10^{0}

1.19 (i) 2 (ii) 3 (iii) 4 (iv) 3
(v) 4 (vi) 5

1.20 (i) 34.2 (ii) 10.4 (iii) 0.0460 (iv) 2810

1.21 (a) ضعفی تناسب کا قانون
(b) (i) جواب: (10^{6} mm, 10^{15} pm)
(ii) جواب: (10^{6} kg, 10^{6} ng)
(iii) جواب: (10^{-3} L, 10^{-3} dm^3)

1.22 6.00×10^{-1} m =0.600 m

1.23 (i) B تحدیدی ہے (ii) A تحدیدی ہے
(iii) تناسب پیائی آمیزہ-نہیں (iv) B تحدیدی ہے
(v) A تحدیدی ہے

1.24 (i) 2571 g (ii) 428.5g
(iii) 571.5 g، ہائڈروجن غیر تعامل پذیر رہے گی۔

1.26 دس حجم

1.27 (i) 2.87×10^{-11}pm (ii) 1.515×10^{-5} s (iii) 2.5365×10^{-2}kg

1.30 1.99265×10^{-23}g

1.31 (i) 3 (ii) 4 (iii) 4

1.32 39.948 g mol^{-1}

1.33 (i) 3.131×10^{-25}ایٹم (ii) 13ایٹم (iii) 7.8286×10^{-24}ایٹم

1.34 ایمپریکل فارمولہ CH، مولر کمیت 22.0 g mol^{-1}، سالماتی فارمولہ C_2H_2

1.35 0.94 g $CaCO_3$

1.36 8.40 g HCl

اکائی 2

2.1 (i) 1.099×10^{27} الیکٹران (ii) 5.48×10^{-7} kg, 9.65×10^{4} C

2.2 (i) 6.022×10^{24} الیکٹران

(ii) (a) 2.4088×10^{21} نیوٹران (b) 4.0347×10^{-6} kg

(iii) (a) 1.2044×10^{22} پروٹان (b) 2.015×10^{-5} kg

2.3 7,6: 8,8: 12,12: 30,26: 50, 38

2.4 (i) Cl (ii) U (iii) Be

2.5 5.17×10^{14} s^{-1}, 1.72×10^{6} m^{-1}

2.6 (i) 1.988×10^{-18} J (ii) 3.98×10^{-15} J

2.7 6.0×10^{-2} m, 5.0×10^{9} s^{-1} and 16.66 m^{-1}

2.8 2.012×10^{16} فوٹان

2.9 (i) 4.97×10^{-19} J (3.10 eV); (ii) 0.97 eV (iii) 5.84×10^{5} m s^{-1}

2.10 494 kJ mol^{-1}

2.11 7.18×10^{19} s^{-1}

2.12 4.41×10^{14} s^{-1}, 2.91×10^{-19} J

2.13 486 nm

2.14 8.72×10^{-20} J

2.15 15 اخراجی خطوط

2.16 (i) 8.72×10^{-20} J (ii) 1.3225 nm

2.17 1.523×10^{6} m^{-1}

2.18 2.08×10^{-11} ergs, 956 Å

2.19 3647Å

2.20 3.55×10^{-11} m

2.21 8967Å

2.22 Na^{+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}; Ar, S^{2-} and K^{+}

2.23 (i) (a) $1s^2$ (b) $1s^2 2s^2 2p^6$; (c) $1s^2 2s^2 2p^6$ (d) $1s^2 2s^2 2p^6$

2.24 n = 5

2.25 n = 3, l = 2, ml = –2, –1, 0, +1, +2 (کوئی ایک قدر)

2.26 (i) 29 پروٹان

2.27 1, 2, 15

2.28 (i)

l	m_l
0	0
1	–1,0,+1

2 −2,−1,0,+1,+2

(ii) $l = 2$; $m_l = -2, -1, 0, +1, +2$

(iii) 2s, 2p

2.29 (a) 1s, (b) 3p, (c) 4d and (d) 4f

2.30 (a)، (c) اور (e) ممکن نہیں ہیں

2.31 (a) 16 الیکٹران (b) 2 الیکٹران

2.33 n = 2 to n = 1

2.34 8.72×10^{-18} J

2.35 1.33×10^{9}

2.36 6 nm

2.37 (a) 1.3×10^{4} pm (b) 1.23×10^{6}

2.38 1563

2.39 8

2.40 K۔ذرات کی زیادہ تعداد گزرے گی کیونکہ مقابلتاً ہلکے ایٹموں کا نیوکلیس چھوٹا ہوتا ہے، K-ذرات کی مقابلتاً کم تعداد منفرج (Deflect) ہوگی کیونکہ مقابلتاً ہلکے نیوکلیوس پر مثبت چارج والے ذرات کی تعداد کم ہوگی۔

2.41 ایک دیے ہوئے عنصر کے لیے ہم جاؤں میں پروٹانوں کی تعداد یکساں ہوگی، جب کہ دیے ہوئے ایٹمی عدد کے لیے کمیتی عدد مختلف ہوسکتا ہے۔

2.42 $^{81}_{35}Br$

2.43 $^{37}_{17}Cl^{-1}$

2.44 $^{56}_{26}Fe^{3+}$

2.45 کائناتی شعاعیں < x-شعاعیں < عنبری رنگ < مائیکرو لہر < FM

2.46 3.3×10^{7} J

2.47 (a) 4.87×10^{14} s^{-1} (b) 9.0×10^{9} m (c) 32.27×10^{-20} J

(d) 6.2×10^{18}

2.48 10

2.49 8.28×10^{-10} J

2.50 3.45×10^{-22} J

2.51 (a) 652.46 nm لہر طول کی دہلیز

(b) 4.598×10^{14} s^{-1} اشعاع کی تواتر دہلیز

(c) 9.29×10^{-20} J، خارج شدہ فوٹو الیکٹران کی تحرکی توانائی، 4.516×10^{5} ms^{-1} فوٹو الیکٹران کی چال

2.53 4.48 eV

2.54 7.6×10^{3} eV

2.55 زیریں سرخ، 5

2.56 434 nm

2.57 455 pm

2.58 $9.89\ ms^{-1}$

2.59 332 pm

2.60 1.51×10^{-27} m

2.61 تعریف نہیں کی جاسکتی، کیونکہ حقیقی قدر، عدم یقینی سے کم ہے۔

2.62 (v) < (ii) = (iv) < (vi) = (iii) < (i)

2.63 4*p*

2.64 (i) 2*s* (ii) 4*d* (iii) 3*p*

2.65 Si

2.66 (a) 3 (b) 2 (c) 6

(d) 4 (e) zero

2.67 16

اکائی 5

5.1 2.5 bar

5.2 0.8 bar

5.4 70 g/mol

5.5 $M_B = 4M_A$

5.6 203.2 mL

5.7 8.314×10^4 Pa

5.8 1.8 bar

5.9 $3g/dm^3$

5.10 $1249.8\ g\ mol^{-1}$

5.11 3/5

5.12 50 K

5.13 4.2154×10^{23} الیکٹران

5.14 1.90956×10^6 سال

5.15 56.025 bar

5.16 3811.1 kg

5.17 5.05 L

5.18 $40\ g\ mol^{-1}$

5.19 0.8 bar

اکائی 6

6.1 (ii)

6.2 (iii)

6.3 (ii)

6.4 (iii)

6.5 (i)

6.6 (iv)

6.7 $q = +701$ J

$w = -394$ J, (کیونکہ نظام کے ذریعے کام کیا گیا ہے)

$\Delta U = 307$ J

6.8 -741.5 kJ

6.9 1.067 kJ

6.10 $\Delta H = -5.65$ kJ mol^{-1}

6.11 -314.8 kJ

6.12 $\Delta_r H = -778$ kJ

6.13 -46.2 kJ mol^{-1}

6.14 -239 kJ mol^{-1}

6.15 326 kJ mol^{-1}

6.16 $\Delta S > 0$

6.17 200 K

6.18 ΔH منفی ہے (بند توانائی خارج ہوتی ہے) اور ΔS منفی ہے (سالموں کے مابین بے ترتیبی، ایٹموں کے مابین بے ترتیبی کے مقابلے میں کم ہے)

6.19 0.164 kJ, یہ تعامل ازخود (Spontaneous) ہونے والا نہیں ہے

6.20 -55.27 kJ mol^{-1}

6.21 NO (گیس) غیر مستحکم ہے، لیکن NO_2 (گیس) کی تشکیل ہوتی ہے

6.22 $q_{surr} = +286$ kJ mol^{-1}

$\Delta S_{surr} = 959.73$ J K^{-1}

اکائی 7

7.2 12.229

7.3 2.67×10^{4}

7.5 (i) 4.33×10^{-4} (ii) 1.90

7.6 1.59×10^{-15}

7.8 $[N_2] = 0.0482\ molL^{-1}$, $[O_2] = 0.0933\ molL^{-1}$, $[N_2O] = 6.6 \times 10^{-21}\ molL^{-1}$

7.9 NO کے 0.0355 مول اور Br_2 کے 0.0178 مول

7.10 $7.47 \times 10^{11}\ M^{-1}$

7.11 4.0

7.12 $Q_c = 2.97 \times 10^3$. نہیں، تعامل توازن کی حالت میں نہیں ہے۔

7.14 0.44

7.15 H_2 اور I_2 ہر ایک کے 0.068 مول فی لیٹر

7.16 $[I_2] = [Cl_2] = 0.167\ M$, $[ICl] = 0.446\ M$

7.17 $[C_2H_6]_{eq} = 3.2\ atm$

7.18 (i) $[CH_3COOC_2H_5][H_2O]\ /\ [CH_3COOH][C_2H_5OH]$

(ii) 3.92 (iii) Q_c کی قدر K_c سے کم ہے، اس لیے توازن حاصل نہیں ہوتا۔

7.19 $0.02\ mol\ L^{-1}$ (دونوں کے لیے)

7.20 $[P_{CO}] = 1.739 atm$, $[P_{CO_2}] = 0.461 atm$.

7.21 نہیں، تعامل مزید ماحصلات تشکیل دینے کے لیے جاری رہتا ہے۔

7.22 $3 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1}$

7.23 0.149

7.24 a) $-35.0 kJ$, b) 1.365×10^6

7.27 $[P_{H2}]_{eq} = [P_{Br2}]_{eq} = 2.5 \times 10^{-2}\ bar$, $[P_{HBr}] = 10.0\ bar$

7.30 b) 120.48

7.31 $[H_2]_{eq} = 0.96\ bar$

7.33 $2.86 \times 10^{-28}\ M$

7.34 5.85×10^{-2}

7.35 NO_2^-, HCN, ClO_4^-, HF, H_2O, HCO_3^-, HS^-

7.36 BF_3, H^+, NH_4^+

7.37 F^-, HSO_4^-, CO_3^{2-}

7.38 NH_3, NH_4^+, $HCOOH$

7.41 2.42

7.42 $1.7 \times 10^{-4} M$

7.43 $F^- = 1.5 \times 10^{-11}$, $HCOO^- = 5.6 \times 10^{-11}$, $CN^- = 2.08 \times 10^{-6}$

7.44 $= 4.47 \times 10^{-5}$ $= 2.2 \times 10^{-6}$ [فی نیٹ آین] سوڈیم فینولیٹ میں $x = 10^{-8}$

7.45 $[HS^-]= 9.54 \times 10^{-5}$, in 0.1M HCl $[HS^-] = 9.1 \times 10^{-8} M$, $[S^{2-}]= 1.2 \times 10^{-13} M$, in 0.1M HCl $[S^{2-}]=$ $1.09 \times 10^{-19} M$

7.46 $[Ac^-]= 0.00093$, $pH= 3.03$

7.47 $[A^-] = 7.08 \times 10^{-3}$ M, $K_a = 5.08 \times 10^{-7}$, $pK_a = 6.29$

7.48 a) 2.52 b) 11.70 c) 2.70 d) 11.30

7.49 a) 11.65 b) 12.21 c) 12.57 d) 1.87

7.50 pH = 1.88, $pK_a = 2.70$

7.51 $K_b = 1.6 \times 10^{-6}$, $pK_b = 5.8$

7.52 $\alpha = 6.53 \times 10^{-4}$, $K_a = 2.35 \times 10^{-5}$

7.53 a) 0.0018 b) 0.00018

7.54 $\alpha = 0.0054$

7.55 a) 1.48×10^{-7} M, b) 0.063 c) 4.17×10^{-8}M d) 3.98×10^{-7}

7.56 a) 1.5×10^{-7}M, b) 10^{-5}M, c) 6.31×10^{-5}M d) 6.31×10^{-3} M

7.57 $[K^+] = [OH^-] = 0.05$M, $[H^+] = 2.0 \times 10^{-13}$ M

7.58 $[Sr^{2+}] = 0.1581$M, $[OH^-] = 0.3162$M , pH = 13.50

7.59 $\alpha = 1.32 \times 10^{-3}$, pH = 3.09. 0.01 M، HCl کی موجودگی میں: $\alpha = 1.63 \times 10^{-2}$

7.60 $K_a = 2.09 \times 10^{-4}$، آین کا درجہ = 0.0457

7.61 pH = 7.97. آب پاشیدگی کا درجہ = 2.36×10^{-5}

7.62 $K_b = 1.5 \times 10^{-9}$

7.63 NaCl, KBr تعدیلی محلول ہیں، $NaNO_2$, NaCN، KF، NH_4NO_3: اساسی محلول ہیں۔

7.64 (a) تیزاب محلول کی pH = 1.94 (b) اس کے نمک محلول کی pH = 2.87

7.65 pH = 6.78

7.66 a) 11.6 b) 7.00 c) 1.3

7.67 سلور کرومیٹ $S = 0.65 \times 10^{-4}$M؛ Ag^+ کی مولاریت $= 1.30 \times 10^{-4}$M
CrO_4^{2-} کی مولاریت $= 0.65 \times 10^{-4}$M؛ $S = 1.1 \times 10^{-5}$M؛ کی مولاریت؛
فیرک ہائیڈروآکسائیڈ؛ $S = 1.39 \times 10^{-10}$ M؛ Ba^{2+} اور CrO_4^{2-} دونوں میں سے ہر ایک کی مولاریت ہے: 1.1×10^{-5}M
$[OH^-] = 4.17 \times 10^{-10}$M کی مولاریت؛ $Fe^{3+} = 1.39 \times 10^{-10}$M کی مولاریت
لیڈ کلورائڈ $S = 1.59 \times 10^{-2}$M؛ $Pb^{2+} = 1.59 \times 10^{-2}$M کی مولاریت
$S = 2.24 \times 10^{-10}$M; مرکیورس آئوڈائڈ $Cl^- = 3.18 \times 10^{-2}$M; کی مولاریت
$I^- = 4.48 \times 10^{-10}$ M کی مولاریت and $Hg_2^{2+} = 2.24 \times 10^{-10}$M کی مولاریت

7.68 سلور کرومیٹ مقابلتاً زیادہ حل پذیر ہے اور ان کی مولاریتوں کی نسبت ہے: 91.9

7.69 کوئی رسوب (Precipitate) رسوب نہیں

7.70 سلور بینزوایٹ (Silver Benzoate) کم pH پر 3.317 گنا زیادہ حل پذیر ہے۔

7.71 محلول کی زیادہ سے زیادہ مولاریت 2.5×10^{-9} M ہے۔

7.72 پانی کے 2.43 لیٹر

7.73 کیڈمیم کلورائڈ محلول میں ترسیب (Precipitation) ہوگی۔

ضمیمہ کے مشمولات (SUPPLEMENTARY MATERIAL)

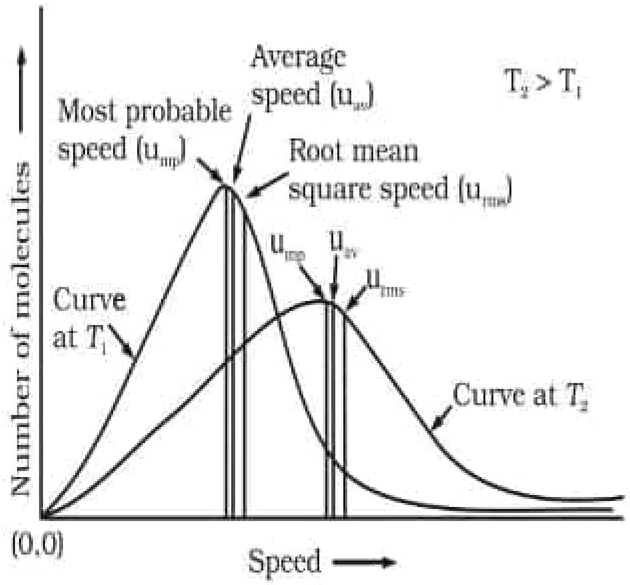
اکائی V : مادہ کی حالتیں

5.7 حرکی توانائی اور سالماتی رفتاریں

گیسوں کے سالمات مسلسل طور پر حرکت میں رہتے ہیں۔ حرکت کے دوران وہ ایک دوسرے سے ٹکراتے رہتے ہیں اور ساتھ ہی برتن کی دیواروں سے بھی متصادم رہتے ہیں۔ نتیجتاً ان کی چال/ رفتار اور توانائی کی بازتقسیم میں تبدیلی آجاتی ہے۔ لہٰذا کسی بھی لمحہ میں گیس کے سبھی سالمات کی چال اور توانائی یکساں نہیں ہوتی۔ اس طرح، ہم سالمات کی صرف اوسط چال ہی معلوم کر سکتے ہیں۔ اگر نمونے میں سالمات کی تعداد n اور ان کی انفرادی رفتاریں u_1، u_2، ......u_n ہیں تو سالمات کی اوسط چال (رفتار) u_{av} کی تحسیب مندرجہ ذیل طریقے سے معلوم کی جاسکتی ہے۔

$$u_{av} = \frac{u_1 + u_2 + \ldots\ldots\ldots u_n}{n}$$

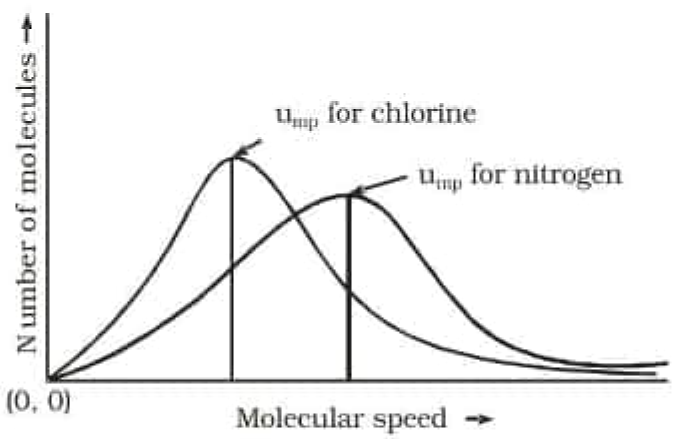
میکس ویل اور بولٹزمین یہ ثابت کر چکے ہیں کہ سالماتی رفتاروں کی



شکل A(1): رفتاروں کا میکس ویل – بولٹزمین بٹائو

حقیقی تقسیم کا انحصار گیس کے درجۂ حرارت اور سالماتی کمیت پر ہوتا ہے۔ مخصوص رفتار کے حامل سالمات کی تعداد معلوم کرنے کے لیے میکس ویل نے ایک فارمولا اخذ کیا۔ شکل A(1) میں دو مختلف درجۂ ہائے حرارت T_1 اور T_2 پر (T_2 کی قدر T_1 سے زیادہ ہے) سالمات کی تعداد اور سالماتی رفتار کے مابین کھینچا گیا گراف دکھایا گیا ہے۔ گراف میں دکھائی گئی رفتاروں کی تقسیم (بٹاؤ) کو رفتاروں کا میکس ویل-بولٹزمین بٹاؤ کہا جاتا ہے۔

جن کی رفتار بہت زیادہ ہے اور ان سالمات کی بھی جن کی چال بہت کم ہے۔ منحنی میں از حد خمیدگی زیادہ سے زیادہ سالمات کی چال کو ظاہر کرتی ہے۔ اس چال کو **اغلب ترین چال** (Most probable speed) کہتے ہیں اسے u_{mp} سے ظاہر کرتے ہیں۔ یہ سالمات کی اوسط چال کے بہت زیادہ نزدیک ہے۔ درجۂ حرارت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ اغلب ترین چال میں بھی اضافہ ہوجاتا ہے۔ ساتھ ہی اونچے درجۂ حرارت پر چال بٹاؤ منحنی بھی کشادہ ہوجاتا ہے۔ منحنی کا کشادہ ہونا اس بات کو ظاہر کرتا ہے کہ بہت زیادہ رفتار سے حرکت کرنے والے سالمات کی تعداد میں اضافہ ہوا ہے۔ چال بٹاؤ کا انحصار سالمات کی کمیت پر ہوتا ہے۔ اسی درجۂ حرارت پر زیادہ کمیت والے گیسی سالمات کی چال کم کمیت والے سالمات کی چال سے کم ہوتی ہے۔ مثلاً ایک ہی درجۂ حرارت پر ہلکے نائٹروجن سالمات بھاری کلورین سالمات کے مقابلے زیادہ تیزی سے حرکت کرتے ہیں۔ لہٰذا کسی بھی دیے ہوئے درجۂ حرارت پر نائٹروجن سالمات کی اغلب ترین چال کی قدر کلورین سالمات کے مقابلے زیادہ ہوتی ہے۔ شکل A(2) میں دیے ہوئے کلورین اور نائٹروجن کے سالماتی چال بٹاؤ منحنی کو دیکھیے۔ حالانکہ ایک مخصوص درجۂ حرارت پر سالمات کی انفرادی چال میں تبدیلی واقع ہو رہی ہے جب کہ چالوں کا بٹاؤ ایک ہی رہتا ہے۔



شکل **A (2)**: 300K پر کلورین اور نائٹروجن کے لیے سالماتی چالوں کا بٹاؤ

ہم جانتے ہیں کہ کسی ذرہ کی توانائی کو مندرجہ ذیل عبارت کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\text{Kinetic Energy} = \frac{1}{2}mu^2$$

لہٰذا، اگر ہم خطِ مستقیم میں کسی گیسی ذرہ کی حرکت کے لیے اوسط تغیر پذیر حرکی توانائی $\frac{1}{2}m\overline{u^2}$ معلوم کرنا چاہتے ہیں تو ہمیں تمام سالمات کی چالوں کے مربع کی اوسط قدر $\overline{u^2}$ درکار ہوگی۔ اسے مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاتا ہے:

$$\overline{u^2} = \frac{u_1^2+u_2^2+.........u_n^2}{n}$$

اوسط مربع چال گیسی سالمات کی اوسط حرکی توانائی کی براہِ راست پیمائش ہے۔ اگر ہم چالوں کے مربع کے اوسط کا جذرالمربع لیتے ہیں تو ہمیں چال کی ایک ایسی قدر حاصل ہوتی ہے جو اغلب ترین چال اور اوسط چال سے مختلف ہوتی ہے۔ اس چال کو جذر اوسط مربع (Root means square) چال کہتے ہیں اور اسے مندرجہ ذیل عبارت کی شکل میں ظاہر کیا جاتا ہے:

$$u_{rms} = \sqrt{\overline{u^2}}$$

جذر اوسط مربع چال، اوسط چال اور اغلب ترین چال کا ایک دوسرے سے مندرجہ ذیل رشتہ ہے۔

$$u_{rms} > u_{av} > u_{mp}$$

تینوں چالوں کے درمیان نسبت ذیل میں دی گئی ہے:

$$u_{mp} : u_{av} : u_{rms} :: 1 : 1.128 : 1.224$$

اکائی VI حرحرکیات (Thermodynamics)

6.5 (e) ڈائی لیوشن کی اینتھالپی

یہ مانا جاتا ہے کہ کسی محلول کی اینتھالپی، مستقل درجۂ حرارت اور دباؤ پر محلل کی مخصوص مقدار میں منحل کی مخصوص مقدار کے اضافے سے وابستہ اینتھالپی تبدیلی ہے۔ اس دلیل کا اطلاق معمولی سی ترمیم کے ساتھ کسی بھی منحل پر کیا جاسکتا ہے۔ گیسی ہائڈروجن کلورائڈ کے ایک مول کو پانی کے 10 مول میں حل کرنے کے لیے اینتھالپی تبدیلی کو مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے۔ آسانی کے لیے ہم پانی کی جگہ .aq علامت کا استعمال کریں گے۔

$HCl(g) + 10\ aq. \rightarrow HCl.10\ aq.\ \ \Delta H = -69.01\ kJ / mol$

آیئے اینتھالپی تبدیلیوں کے مندرجہ ذیل سیٹ پر غور کریں۔

(S-1) $HCl(g) + 25\ aq. \rightarrow HCl.25\ aq.$

$\Delta H = -72.03\ kJ / mol$

(S-2) $HCl(g) + 40\ aq. \rightarrow HCl.40\ aq.$

$\Delta H = -72.79\ kJ / mol$

(S-3) $HCl(g) + \infty\ aq. \rightarrow HCl.\infty\ aq.\ \Delta H = -74.85\ kJ / mol$

ΔH کی قدریں محلل کی مقدار پر محلول کی اینتھالپی کے عمومی انحصار کو ظاہر کرتی ہیں۔ استعمال ہونے والے محلل کی مقدار میں جیسے جیسے اضافہ ہوتا جاتا ہے محلول کی اینتھالپی ایک تحدیدی قدر کو پہنچ جاتی ہے ہائڈروکلورک ایسڈ کے لیے ΔH کی یہ قدر مذکورہ بالا مساوات (S – 3) میں دی گئی ہے۔

اگر ہم مذکورہ بالا مساوات کے سیٹ میں پہلی مساوات (S - 1) کو دوسری مساوات میں سے گھٹاتے ہیں تو مندرجہ ذیل نتیجہ حاصل ہوتا ہے۔

$HCl.25\ aq. + 15\ aq. \rightarrow HCl.40\ aq.$

$\Delta H = [-72.79 - (-72.03)]\ kJ/mol = -0.76\ kJ/mol$

ΔH کی یہ قدر (–0.76 kJ/mol) ڈائی لیوشن کی اینتھالپی ہے۔

یہ حرارت کی وہ مقدار ہے جو اطراف سے اس وقت حاصل کی جاتی ہے جب محلول میں اضافی محلل ملایا جاتا ہے۔ محلول کی ڈائی لیوشن کی اینتھالپی کا انحصار محلول کے اصل ارتکاز اور ملائے جانے والے محلل کی مقدار پر ہوتا ہے۔

6.6 (c) اینٹراپی اور حرحرکیات کا دوسرا کلیہ

ہم جانتے ہیں کہ آئسولیٹڈ نظام کے لیے توانائی کی تبدیلی مستقل رہتی ہے۔ لہٰذا اس قسم کے نظام میں، اینٹراپی میں ہونے والا اضافہ خود بخود ہونے والی تبدیلی کی فطری سمت ہے۔ درحقیقت، یہ حرحرکیات کا دوسرا قانون (کلیہ) ہے۔ حرحرکیات کے پہلے قانون کی ہی طرح دوسرے قانون کو بھی کئی طریقوں سے بیان کیا جاسکتا ہے۔ حرحرکیات کا دوسرا قانون اس بات کی وضاحت کرتا ہے کہ از خود حرارت زا تعاملات اتنے عام کیوں ہیں۔ حرارت زا تعاملات میں تعامل کے ذریعے خارج ہونے والی حرارت اطراف کی بے ترتیبی میں اضافہ کر دیتی ہے اور مجموعی اینٹراپی تبدیلی مثبت ہوتی ہے جو تعامل کو خود بخود واقع ہونے والا بنا دیتی ہے۔

6.6 (d) مطلق اینٹراپی اور حرحرکیات کا تیسرا قانون

کسی شے کے سالمات یا تو خط مستقیم میں یا پھر کسی بھی سمت میں حرکت کرسکتے ہیں۔ یہ ایک لٹو کی طرح حرکت کرتے ہیں اور سالمات کے بانڈ میں کھنچاؤ اور دباؤ پیدا ہوتا ہے۔ سالمہ کی یہ حرکات بالترتیب تغیر پذیر (Translational)، گردشی (Rotational) اور اہتزازی حرکات کہلاتی ہیں۔ جب نظام کے درجۂ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے تو یہ حرکات شدت اختیار کر لیتی ہیں اور اینٹراپی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ دوسری طرف جب درجۂ حرارت میں کمی آتی ہے تو اینٹراپی گھٹنے لگتی ہے۔ کسی بھی خالص کرسٹلی شے کی اینٹراپی اس وقت صفر ہو جاتی ہے جب اس کا درجۂ حرارت مطلق صفر کو پہنچ جاتا ہے۔ یہ حرحرکیات کا تیسرا قانون ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ مطلق صفر پر کرسٹل میں مکمل ترتیب پائی جاتی ہے۔ یہ بیان صرف خالص کرسٹلی ٹھوسوں تک ہی محدود ہے کیونکہ نظریاتی دلائل اور عملی ثبوت یہ ظاہر کرتے ہیں کہ محلولوں اور انتہائی ٹھنڈی (Super Coled) رقیق اشیا کی اینٹراپی OK پر صفر نہیں ہوتی۔ تیسرے قانون کی اہمیت اس حقیقت میں پوشیدہ ہے کہ اس کے ذریعے صرف حرارتی اعداد و شمار سے خالص شے کی اینٹراپی کی مطلق قدروں کا حساب لگایا جاسکتا ہے۔ معیاری اینٹراپی کا استعمال ہیس (Hess) کے کلیہ کی قسم کی تحسیبات کے ذریعے معیاری اینٹراپی تبدیلی کی پیمائش کے لیے کیا جاتا ہے۔

اکائی VII توازن

7.12.1 بفر محلول کی تیاری

pK_a، pK_b اور توازن مستقلہ کی معلومات ہمیں معلوم pH کا بفر محلول تیار کرنے میں مددگار ثابت ہوتی ہے۔

تیزابی بفر محلول کی تیاری

تیزابی pH کا بفر محلول تیار کرنے کے لیے ہم کمزور تیزاب اور قوی اساس میں بنائے گئے اس کے نمک کا استعمال کرتے ہیں۔ ہم pH، کمزور تیزاب کے توازن مستقلہ K_a نیز کمزور تیزاب اور اس کے جفتہ اساس کے ارتکاز کی نسبت کے مابین رشتہ قائم کرتے ہوئے ایک مساوات کی تشکیل کرتے ہیں۔ ایک عام معاملے میں جہاں کمزور تیزاب HA پانی میں آیونائز ہو جاتا ہے:

$$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$$

جس کے لیے ہم مندرجہ ذیل عبارت لکھ سکتے ہیں:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

عبارت کو از سرِ نو مرتب کرنے پر

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[HA]}{[A^-]}$$

دونوں طرف لوگارتم لینے اور ارکان کو از سرِ نو ترتیب دینے پر

$$pK_a = pH - \log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

یا

$$pH = pK_a + \log\frac{[A^-]}{[HA]} \quad (A\text{-}1)$$

$$pH = pK_a + \log\frac{[\text{Conjugate base, }A^-]}{[\text{Acid, }HA]} \quad (A\text{-}2)$$

عبارت (A-2) ہینڈرسن-ہیسل باخ (Henderson-Hasselbalch) مساوات کہلاتی ہے۔

مقدار $\frac{[A^-]}{[HA]}$ تیزاب کے جفتہ اساس (این آین) اور آمیزہ میں موجود تیزاب کے ارتکاز کی نسبت ہے۔ چونکہ تیزاب ایک کمزور قسم کا تیزاب ہے لہٰذا اس کا آیونائزیشن بہت ہی کم ہوتا ہے اور [HA] کا ارتکاز بفر بنانے کی غرض سے لیے گئے تیزاب کے ارتکاز کا فرق اتنا کم ہوتا ہے کہ اسے نظر انداز کیا جا سکتا ہے۔ علاوہ ازیں زیادہ تر جفتہ اساس، $[A^-]$ تیزاب کے نمک کے آیونائزیشن سے حاصل ہوتے ہیں۔ لہٰذا جفتہ اساس کے ارتکاز اور نمک کے ارتکاز میں اتنا کم فرق ہوتا ہے کہ اسے نظر انداز کیا جا سکتا ہے۔ اس طرح تعامل (A^{-2}) مندرجہ ذیل شکل کا ہوگا۔

$$pH = pK_a + \log\frac{[Salt]}{[Acid]}$$

مساوات (A-1) میں، اگر $[A^-]$ کا ارتکاز [HA] کے ارتکاز کے مساوی ہے تو $pH = pK_a$ ہے کیونکہ log 1 کی قدر صفر ہوتی ہے۔ اس طرح، اگر ہم تیزاب اور نمک (جفتہ اساس) کا مولر ارتکاز ایک ہی لیتے ہیں تو بفر محلول کا pH تیزاب کے pK_a کے مساوی ہوگا۔ لہٰذا مطلوبہ pH کا بفر محلول تیار کرنے کے لیے ہم ایسے تیزاب کا انتخاب کرتے ہیں جس کا pK_a مطلوبہ pH کے قریب ترین ہو۔ ایسٹک ایسڈ کی pK_a قدر 4.76 ہے، اس لیے ایسٹک ایسڈ اور سوڈیم ایسیٹیٹ کا مساوی مولر ارتکاز لے کر بنائے گئے بفر محلول کی pH قدر تقریباً 4.76 ہوگی۔

کمزور اساس اور اس کے جفتہ تیزاب سے بنائے گئے بفر محلول کا اسی طرح تجزیہ کرنے پر مندرجہ ذیل نتیجہ حاصل ہوگا:

$$\text{(A-3)}\quad pOH = pK_b + \log\frac{[\text{Conjugate acid}, BH^+]}{[\text{Base}, B]}$$

بفر محلول کی pH قدر کو مساوات $pH + pOH = 14$ کا استعمال کرکے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ $pH + pOH = pK_w$ اور $pK_a + pK_b = pK_w$۔ ان قدروں کو مساوات (A-3) میں رکھنے پر مندرجہ ذیل مساوات حاصل ہوگی:

$$pK_w - pH = pK_w - pK_a + \log\frac{[\text{Conjugate acid}, BH^+]}{[\text{Base}, B]}$$

یا

$$pH = pK_a + \log\frac{[\text{Conjugate acid}, BH^+]}{[\text{Base}, B]}\quad\text{(A-4)}$$

اگر اساس اور اس کے جفتہ تیزاب (کیٹ آین) کا مولر ارتکاز یکساں ہے تو بفر محلول کی pH قدر اساس کی pK_a قدر کے مساوی ہوگی۔ امونیا کی pK_a قدر 9.25 ہوتی ہے، لہٰذا ایسا محلول تیار کرنے کے لیے، جس کی pH قدر 9.25 ہے، یکساں مولر ارتکاز والے امونیا اور امونیم کلورائڈ محلول کا استعمال کیا جا سکتا ہے۔ امونیم کلورائڈ اور امونیم ہائڈرا کسائیڈ سے بنائے گئے بفر محلول کے لیے مساوات (A-4) مندرجہ ذیل ہو جائے گی۔

$$pH = 9.25 + \log\frac{[\text{Conjugate acid}, BH^+]}{[\text{Base}, B]}$$

بفر محلول کی pH قدر ڈائی لیوشن سے متاثر نہیں ہوتی ہے کیونکہ لوگارتمی رکن کی تحت نسبت میں کوئی تبدیلی نہیں آتی۔

کیمیا

حصہ دوم

گیارھویں جماعت کی درسی کتاب

جامعہ ملیہ اسلامیہ، نئی دہلی

نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ

2019-20

Keemiya-II (Chemistry)
Textbook for Class-XI

ISBN 81-7450-607-1 (Part-I)
81-7450-621-7 (Part-II)

پہلا اردو ایڈیشن

اکتوبر 2006 آشوین 1928

دیگر طباعت

فروری 2014 ماگھ 1935
اگست 2018 شراون 1940
اپریل 2019 چیتر 1941

PD 2H SPA

این سی ای آر ٹی کے پبلی کیشن ڈویژن کے دفاتر

این سی ای آر ٹی کیمپس
شری اروندو مارگ
نئی دہلی - 110016 فون 011-26562708

108,100 فٹ روڈ ہوسڈے کیرے ہیلی
ایکسٹینشن بناشنکری III اسٹیج
بینگلورو - 560085 فون 080-26725740

نوجیون ٹرسٹ بھون
ڈاک گھر، نوجیون
احمدآباد - 380014 فون 079-27541446

سی ڈبلیوسی کیمپس
بمقابل ڈھانکل بس اسٹاپ، پانی ہاٹی
کولکاتا - 700114 فون 033-25530454

سی ڈبلیوسی کامپلیکس
مالی گاؤں
گواہاٹی - 781021 فون 0361-2674869

قیمت : ₹ ??.00

اشاعتی ٹیم

ہیڈ، پبلی کیشن ڈویژن	:	محمد سراج انور
چیف ایڈیٹر	:	شویتا اُپّل
چیف پروڈکشن آفیسر	:	ارون چتکارا
چیف بزنس منیجر	:	ابیناش کُلّو
ایڈیٹر	:	سید پرویزاحمد
پروڈکشن آفیسر	:	عبدالنعیم

سرورق
شویتا راؤ

این سی ای آر ٹی واٹر مارک 80 جی ایس ایم کاغذ پر شائع شدہ

سکریٹری، نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ، شری اروندو مارگ، نئی دہلی نے
میں
چھپوا کر پبلی کیشن ڈویژن سے شائع کیا۔

پیش لفظ

قومی درسیات کا خاکہ (NCF)، 2005 میں سفارش کی گئی ہے کہ اسکول میں بچوں کی زندگی، ان کی اسکول سے باہر کی زندگی سے وابستہ ہونی چاہیے۔ یہ اصول کتابی آموزش یعنی صرف کتابوں کے ذریعے سیکھنے کی پرانی روایت ترک کردینے کی نشاندہی کرتا ہے۔ کتابی آموزش کے ذریعہ ہمارے نظام کو تشکیل دینے کا سلسلہ اب بھی جاری ہے اور اس کے سبب اسکول، گھر اور بستی کے درمیان ایک خلا اور فاصلہ قائم ہوتا ہے۔ قومی درسیات کا خاکہ یعنی این۔سی۔ایف کی بنیاد پر تیار کردہ نصاب تعلیم اور درسی کتابیں اس بنیادی تصور کو عملی جامہ پہنانے کی کوشش کا مظہر ہیں۔ یہ رٹ کر سیکھنے اور مختلف نصابی مضامین کے درمیان حد فاصل برقرار رکھنے کی حوصلہ شکنی کی کوشش بھی کرتی ہیں۔ ہمیں امید ہے کہ یہ اقدامات نمایاں طریقے سے طفل مرکوز اس نظام تعلیم کی جانب ہمیں آگے بڑھائیں گے جس کا خاکہ قومی پالیسی برائے تعلیم (1986) میں دیا گیا ہے۔

اس کوشش کی کامیابی کا انحصار ان اقدامات پر ہوگا جو اسکولوں کے پرنسپل اور اساتذہ آموزش پر غوروفکر کرنے اور تخیلی سرگرمیوں اور سوالات کی پیروی کرنے میں بچوں کی ہمت افزائی کے لیے اٹھائیں گے۔ ہمیں یہ تسلیم کرنا اور سمجھنا ہوگا کہ اگر بچوں کو جگہ، وقت اور آزادی دے دی جائے تو وہ بڑوں کی فراہم کردہ معلومات میں مصروف ہوکر نیا علم پیدا کرسکتے ہیں۔ محض مجوزہ درسی کتابوں کو امتحان کی بنیاد بنانا ہی آموزش کے دوسرے وسائل اور مقامات کو نظرانداز کرنے کی ایک وجہ ہے۔ تخلیقیت اور پیش قدمی کی صلاحیت کو جاگزیں کرنا اسی وقت ممکن ہے جب ہم بچے کو مخصوص اور جامد علم کے وصول کنندگان کی حیثیت سے دیکھنے کے بجائے سیکھنے کے عمل میں ایک شریک کار کی نظر سے دیکھیں اور اس کے ساتھ اسی کے مطابق پیش آئیں۔

ان مقاصد کو حاصل کرنے کے لیے اسکول کے معمولات اور طریقہ کار میں تبدیلی ضروری ہے۔ روزمرہ کے نظام الاوقات میں لچک اتنی ہی ضروری ہے جتنی سال بھر کے کاموں کے کیلنڈر کو عملی جامہ پہنانے کی مشقت جس سے کہ تدریس کے لیے مطلوبہ ایام اصلی پڑھائی کے لیے دیے جاسکیں۔ تدریس اور جانچ کے لیے استعمال کیے جانے والے طریقے طے کریں گے کہ یہ کتاب بچوں کی زندگیوں کو اسکول میں ذہنی دباؤ اور اکتاہٹ پیدا کرنے کے ذرائع کے بجائے اسے ایک خوش گوار تجربہ بنانے کے لیے کتنی موثر ثابت ہوتی ہے۔ نصاب بنانے والوں نے بچوں پر پڑنے والے تعلیمی بوجھ کے مسئلے کی طرف بھی مختلف مرحلوں پر علم کی ازسرنو ساخت اور بچے کی نفسیات کا زیادہ خیال کرتے ہوئے اور پڑھائی کے لیے دستیاب وقت کو ذہن میں رکھتے ہوئے توجہ دینے کی کوشش کی ہے۔ یہ درسی کتاب غوروفکر، چھوٹے چھوٹے گروپوں میں بحث ومباحثہ اور عملی کام کی سرگرمیوں اور مواقع کو ترجیح دینے اور بڑھانے کی ایک کوشش ہے۔

نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ اس کتاب کے لیے ذمہ دار ٹیکسٹ بک ڈیولپمنٹ کمیٹی کی محنت اور لگن کو بڑی قدر کی نگاہ سے دیکھتی ہے۔ ہم سائنس اور ریاضی کی مشاورتی کمیٹی کے صدر پروفیسر جے۔ وی۔ نارلیکار اور اس کتاب کے مشیر اعلیٰ پروفیسر پی۔ ایل۔ کھنڈیل وال کا کمیٹی کے کام کی رہنمائی کے لیے شکریہ ادا کرتے ہیں۔ اس کتاب کی تیاری میں کئی اساتذہ نے بھی حصہ لیا اور عملی شرکت کی۔ ہم ان کے پرنسپل صاحبان کے ممنون ہیں کہ انھوں نے اسے ممکن بنایا۔ ہم ان اداروں اور تنظیموں کے بھی احسان مند ہیں جنھوں نے فیاضی کا مظاہرہ کرتے ہوئے ہمیں اپنے وسائل، مواد اور افراد کو استعمال کرنے کی اجازت دی۔ وزارت برائے فروغ انسانی وسائل کے محکمہ ثانوی اوراعلیٰ تعلیم کے ذریعہ تقرر کردہ نیشنل مونیٹرنگ کمیٹی (قومی اصلاحی کمیٹی) کے ممبران اور سربراہ پروفیسر مری نال میری اور پروفیسر جی۔ پی۔ دیش پانڈے کے خصوصی طور پر شکر گزار ہیں کہ انھوں نے اپنا بیش بہا وقت اور تعاون فراہم کیا۔

ہم اس نصابی کتاب کے اُردو ترجمے کی ذمہ داری بخوبی انجام دینے کے لیے جامعہ ملیہ اسلامیہ، نئی دہلی کے شکر گزار ہیں، خاص طور پر جامعہ ملیہ اسلامیہ کے وائس چانسلر پروفیسر مشیر الحسن اور محترمہ رخشندہ جلیل کے ممنون و شکر گزار ہیں جنھوں نے مرکز برائے جواہر لعل نہرو اسٹڈیز، جامعہ ملیہ اسلامیہ کے آؤٹ ریچ پروگرام کے ذریعے اس عمل میں رابطہ کار کے فرائض بخوبی انجام دیئے۔ کونسل اس کتاب کے اردو ترجمہ کے لیے پروفیسر طلعت عزیز کی شکر گزار ہے۔

بحیثیت ایک تنظیم کے این سی ای آر ٹی باقاعدہ اصلاح اور اپنی تیار کی ہوئی کتابوں میں مسلسل بہتری کے لیے خود کو پابند کر چکی ہے۔ کونسل آپ کی تجاویز اور آراء کا خیر مقدم کرتی ہے جو نظر ثانی کرنے اور اس کتاب میں مزید بہتری لانے میں ہمارے لیے مددگار ثابت ہوں گی۔

نئی دہلی
20 دسمبر 2005

ڈائریکٹر
نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ

درسی کتاب کی تشکیل کمیٹی

چیئرپرسن صلاح کار کمیٹی برائے درسی کتب سائنس اور ریاضی

جے۔ وی۔ نرلیکر، ایمریٹس پروفیسر، چیئرمین، صلاح کار کمیٹی، انٹر یونیورسٹی سینٹر برائے ایسٹرونومی اینڈ ایسٹرو فیزکس(IUCCA)، گنیش بھنڈ، پونے یونیورسٹی، پونے۔

خصوصی صلاح کار

بی۔ ایل۔ کھنڈیلوال، پروفیسر (ریٹائرڈ) ایمریٹس سائنٹسٹ، سی ایس آئی آر؛ اے آئی سی ٹی ای، سابق چیئرمین، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، نئی دہلی

اراکین

اے۔ ایس۔ برار، پروفیسر، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، دہلی

انجنی کول، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

ایچ۔ او۔ گپتا۔ پروفیسر (ریٹائرڈ)، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

آئی۔ پی۔ اگروال، پروفیسر (ریٹائرڈ)، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، این سی ای آر ٹی، بھوپال، مدھیہ پردیش

جے۔ شی شرما، پروفیسر (ریٹائرڈ)، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

ایم۔ چندرا، پروفیسر (ریٹائرڈ)، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

پونم ساہنی، پی جی ٹی، (کیمسٹری) کیندریہ ودیالیہ، وکاس پوری، نئی دہلی

آر۔ کے۔ پراشر، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

ایس۔ کے۔ ڈوگرا، پروفیسر، ڈاکٹر بی آر امبیڈکر سینٹر فار بایومیڈیکل ریسرچ دہلی یونیورسٹی، دہلی

ایس۔ کے۔ گپتا، پروفیسر، اسکول آف اسٹڈیز ان کیمسٹری، جیواجی یونیورسٹی، گوالیر

سادھنا بھارگوا، پی جی ٹی (کیمسٹری) سردار پٹیل ودیالیہ، لودی اسٹیٹ، نئی دہلی

شبھا کیشوان، ہیڈ مسٹریس، ڈیمونسٹریشن اسکول، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، این سی ای آر ٹی، میسور

سکھویر سنگھ، ایسوسی ایٹ پروفیسر (ریٹائرڈ)، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

سنیتا ملہوترا، پروفیسر، اسکول آف سائنسز، اگنو، میدان گڑھی، نئی دہلی

وی۔ کے۔ ورما، پروفیسر (ریٹائرڈ)، انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، بنارس ہندو یونیورسٹی، وارانسی

وی۔ پی۔ گپتا، پروفیسر (ریٹائرڈ)، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، این سی ای آر ٹی، بھوپال

ممبر کورآڈی نیٹر

الکا مہروترا، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

اظہار تشکر

نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ (این سی ای آر ٹی)، گیارھویں جماعت کے لیے کیمسٹری کی درسی کتاب کی تیاری میں شامل افراد اور تنظیموں کا ان کے بیش قیمتی تعاون کے لیے شکریہ ادا کرتی ہے۔کونسل اس بات کے لیے بھی شکر گزار ہے کہ موجودہ درسی کتاب کی تیاری میں کیمسٹری کی درسی کتاب کے گذشتہ ایڈیشن (2005) سے کچھ مفید مواد کا استعمال کیا گیا ہے۔ اس کتاب کے مسودے پر نظر ثانی، ایڈیٹنگ، تخلیص اور کتاب کو حتمی شکل دینے کے لیے کونسل مندرجہ ذیل ماہرین تعلیم کا ان کے تعاون کے لیے شکریہ ادا کرتی ہے۔

جی۔ٹی۔بھنڈا جے، پروفیسر (ریٹائرڈ)، آر آئی ای، میسور؛ این رام پروفیسر، آئی آئی ٹی نئی دہلی؛ آر ایس سندھو، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم (این سی ای آر ٹی)، بھوپال؛ سنجیو کمار، ایسوسی ایٹ پروفیسر، اسکول آف سائنس، اِگنو، میدان گڑھی، نئی دہلی؛ شاما پا بھٹا چاریہ، ریڈر، ہنس راج کالج، نئی دہلی؛ وجے ساردا، ایسوسی ایٹ پروفیسر (ریٹائرڈ)، ذاکر حسین کالج، نئی دہلی؛ کے۔کے۔ اروڑا، ایسوسی ایٹ پروفیسر، ذاکر حسین کالج، نئی دہلی؛ ششی سکسینہ، ایسوسی ایٹ پروفیسر، ہنس راج کالج، دہلی؛ انورادھا سین، اپی جے اسکول، شیخ سرائے، نئی دہلی؛ سی شرینواس، پی جی ٹی، کیندریہ ودیالیہ، پشپ وہار، نئی دہلی؛ ڈی ایل بھارتی، پی جی ٹی، رام جس اسکول، سیکٹر 4، آر۔ کے پورم، نئی دہلی؛ الا شرما، پی جی ٹی، دہلی پبلک اسکول، دوارکا، سیکٹر۔بی، نئی دہلی؛ راج لکشمی کارتکین، ہیڈ (سائنس)، مدرس انٹرنیشنل اسکول، سری اروندو مارگ، نئی دہلی؛ سشما کرن سیتیا، پرنسپل، سرووِدے کنیا ودیالیہ، ہری نگر، (CT) نئی دہلی؛ ندھی چودھری، پی۔جی۔ٹی، سی آر پی ایف، پبلک اسکول روہنی، دہلی اور وینا سوری پی۔جی۔ٹی۔ بلو بیلس اسکول، کیلاش، نئی دہلی۔

کونسل ایم چندرا، پروفیسر اور ہیڈ (ریٹائرڈ)، ڈی۔ای۔ایس۔ایم، این سی ای آر ٹی کا ان کے تعاون کے لیے خصوصی طور پر شکریہ ادا کرتی ہے۔

کونسل اس کتاب کو تیار کرنے کے لیے پبلیکیشن ڈپارٹمنٹ کی بھی شکر گزار ہے۔

فہرست

فہرست برائے کیمیا حصہ اوّل

اکائی 8

تحویل-تکسید تعاملات
(Redox Reactions)

"جہاں تکسیدی عمل ہوتا ہے، وہاں ہمیشہ تحویل بھی ہوتی ہے۔ کیمسٹری بنیادی طور پر تحویلی-تکسیدی نظاموں کا مطالعہ ہے۔"

کیمسٹری میں مختلف قسم کے مادّوں اور ایک قسم کے مادّے کی دوسری میں تبدیلی کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ مادّے کی ایک قسم سے دوسری قسم میں تبدیلی مختلف قسم کے تعاملات کے ذریعے ہوتی ہے۔ اس قسم کے تعاملات کا ایک اہم زمرہ **تحویل-تکسید** (Redox) تعاملات ہے۔ طبعیاتی اور حیاتیاتی مظاہر کی ایک بڑی تعداد تحویل-تکسید تعاملات سے متعلق ہیں۔ یہ تعاملات ادویاتی، حیاتیاتی، صنعتی، فلزکاری (Metallurgical) اور زراعتی میدانوں میں وسیع پیمانے پر استعمال کیے جاتے ہیں۔ ان تعاملات کی اہمیت اس حقیقت سے ظاہر ہو جاتی ہے کہ گھریلو، نقل و حمل اور دیگر تجارتی مقاصد کے لیے توانائی حاصل کرنے کی غرض سے مختلف قسم کے ایندھنوں کا استعمال، بہت زیادہ متعامل دھاتوں اور غیر دھاتوں کے استخراج کے برقی کیمیائی طریقے، کاسٹک سوڈا جیسے کیمیائی مرکبات کی تیاری، خشک اور گیلی بیٹریوں کے کام کرنے کا عمل اور دھاتوں کا تاکل (Corrosion)، تحویل-تکسید عملوں کے دائرہ کار میں آتے ہیں۔ حال ہی میں، ماحولیاتی امور، جیسے **ہائڈروجن معیشت** (Hydrogen Economy) (رقیق ہائڈروجن کا ایندھن کے طور پر استعمال) اور **اوزون سوراخ** (Ozone Hole) کا بننا بھی تحویل-تکسید مظاہر کے تحت آنے لگے ہیں۔

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- تحویل-تکسید (Redox) تعاملات کی شناخت تعاملات کے اس درجہ کے طور پر کر سکیں جن میں تکسید اور تحویل تعاملات بہ یک وقت ہوتے ہیں؛
- تکسید، تحویل، تکسید کار (Oxidant)، تحویل کار (Reductant) جیسی اصطلاحات کی تعریف کر سکیں؛
- الیکٹران منتقلی کے عمل کے ذریعہ تحویل-تکسید تعاملات کے میکینزم کی وضاحت کر سکیں؛
- کسی تعامل میں تکسید کار اور تحویل کار کی شناخت کے لیے تکسیدی عدد کے تصور کا استعمال کر سکیں؛
- تحویل-تکسید تعاملات کی درجہ بندی، اتحادی (Combination)، تالیف (Synthesis)، تحلیل (Decomposition)، ہٹاؤ (Displacement)، غیر تناسب کاری (Disproportionation) تعامل میں کر سکیں؛
- مختلف تحویل کاروں اور تکسید کاروں کے درمیان تقابلی درجہ تجویز کر سکیں؛
- (i) تکسیدی عدد اور (ii) نصف تعامل طریقے کا استعمال کرتے ہوئے کیمیائی مساوات کو متوازن کر سکیں؛
- الیکٹروڈ عمل (Electrode Process) کی شکل میں تحویل تکسید تعاملات کا تصور سیکھ سکیں؛

8.1 تحویل-تکسید تعاملات کا کلاسیکی نظریہ-تکسید اور تحویل تعاملات
(Classical Idea of Redox Reactions – Oxidation And Reduction Reactions)

ابتدا میں ''تکسید'' (Oxidation) کی اصطلاح کسی عنصر یا مرکب میں آکسیجن کے اضافے کو بیان کرنے کے لیے استعمال کی جاتی تھی۔ کرہ باد (Atmosphere) میں ڈائی آکسیجن کی موجودگی

(~20%) کی وجہ سے کئی عناصر اس کے ساتھ متحد ہو جاتے ہیں، اور یہی اصل وجہ ہے کہ وہ زمین پر عام طور سے اپنے آکسائڈ کی شکل میں پائے جاتے ہیں۔ تکسید کی محدود تعریف کے مطابق مندرجہ ذیل تعاملات تکسید کے عمل کو ظاہر کرتے ہیں۔

$$2Mg\,(s) + O_2\,(g) \rightarrow 2MgO\,(s) \qquad (8.1)$$

$$S(s) + O_2\,(g) \rightarrow SO_2 \qquad (8.2)$$

تعاملات (8.1) اور (8.2) میں عناصر میگنیشیم اور سلفر کی تکسید ہوئی ہے کیونکہ ان میں آکسیجن شامل ہوئی ہے۔ اسی طرح میتھین (Methane) کی تکسید ہوئی ہے کیونکہ اس میں بھی آکسیجن شامل ہوئی ہے۔

$$CH_4\,(g) + 2O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(l) \qquad (8.3)$$

تعامل (8.3) میں ہائڈروجن کی جگہ آکسیجن نے لے لی ہے، کے بغور تجزیے نے کیمیا دانوں کو ترغیب دی کہ تکسید کی تعریف اس طرح بھی کی جا سکتی ہے کہ یہ ہائڈروجن کا "ہٹایا جانا" ہے اور اس طرح اصطلاح "تکسید" کا دائرہ کار اور وسیع ہو گیا اور کسی شے سے ہائڈروجن کا ہٹایا جانا بھی شامل کر لیا گیا۔ مندرجہ ذیل تعامل ایک ایسی ہی مثال ہے جس میں ہائڈروجن کے ہٹائے جانے کو تکسیدی تعامل کہا جا سکتا ہے۔

$$2\,H_2S(g) + O_2(g) \rightarrow 2\,S\,(s) + 2\,H_2O\,(l) \qquad (8.4)$$

جیسے جیسے کیمیا دانوں کی معلومات میں اضافہ ہوتا رہا، 8.1 تا 8.4 جیسے تعاملات کے لیے اصطلاح تکسید میں توسیع فطری بات تھی، ایسے تعاملات جن میں آکسیجن نہیں، بلکہ دوسرے برقی منفی عناصر شامل ہوتے ہیں۔ میگنیشیم کی فلورین، کلورین، اور سلفر وغیرہ کے ساتھ تکسید مندرجہ ذیل تعاملات کے مطابق ہوتی ہے:

$$Mg\,(s) + F_2\,(g) \rightarrow MgF_2\,(s) \qquad (8.5)$$

$$Mg\,(s) + Cl_2\,(g) \rightarrow MgCl_2\,(s) \qquad (8.6)$$

$$Mg\,(s) + S\,(s) \rightarrow MgS\,(s) \qquad (8.7)$$

تعاملات (8.5) تا (8.7) کی تکسید کے زمرے میں شمولیت نے کیمیا دانوں کو حوصلہ دیا کہ وہ صرف ہائڈروجن کے ہٹائے جانے کو ہی نہیں بلکہ برقی مثبت عناصر کے ہٹائے جانے کو بھی تکسید مانیں۔ اس لیے تعامل:

$$2K_4\,[Fe(CN)_6](aq) + H_2O_2\,(aq) \rightarrow 2K_3[Fe(CN)_6](aq) + 2\,KOH\,(aq)$$

کو بھی تکسید مانا جا سکتا ہے کیونکہ پوٹاشیم فیری سائنائڈ میں تبدیل ہونے سے پہلے پوٹاشیم فیروسائنائڈ میں سے برقی مثبت عنصر پوٹاشیم کو خارج کیا گیا ہے۔ خلاصے کے طور پر اصطلاح "تکسید" کی تعریف اس طرح بیان کی جا سکتی ہے کہ کسی شے میں آکسیجن/برقی منفی عنصر کی شمولیت یا کسی شے سے ہائڈروجن/برقی مثبت عنصر کا اخراج تکسید ہے۔"

ابتدا میں تحویل کو کسی مرکب سے آکسیجن کا ہٹایا جانا سمجھا گیا۔ حالانکہ اب اصطلاح تحویل (Reduction) کی توسیع کر دی گئی ہے اور کسی شے سے آکسیجن/برقی منفی عنصر کا اخراج یا کسی شے میں ہائڈروجن/برقی مثبت عنصر کی شمولیت تحویل کہلاتی ہے۔

مندرجہ بالا تعریف کے مطابق عمل تحویل کی مثالیں مندرجہ ذیل ہیں:

$$2\,HgO\,(s) \xrightarrow{\Delta} 2\,Hg\,(l) + O_2\,(g) \qquad (8.8)$$

(مرکیورک آکسائڈ (mercuric oxide) سے آکسیجن کا اخراج)

$$2\,FeCl_3\,(aq) + H_2\,(g) \rightarrow 2\,FeCl_2\,(aq) + 2\,HCl(aq) \qquad (8.9)$$

(فیرک کلورائڈ (Ferric Chloride) سے برقی منفی عنصر، کلورین کا اخراج)

$$CH_2 = CH_2\,(g) + H_2\,(g) \rightarrow H_3C - CH_3\,(g) \qquad (8.10)$$

(ہائڈروجن کی شمولیت)

$$2HgCl_2\,(aq) + SnCl_2\,(aq) \rightarrow Hg_2Cl_2\,(s) + SnCl_4\,(aq) \qquad (8.11)$$

(مرکیورک کلورائڈ میں مرکری کی شمولیت)

تعامل (8.11) میں اسٹینس کلورائڈ (Stannous Chloride) کی اسٹینک کلورائڈ (Stannic Chloride) میں تکسید بھی ہو رہی ہے کیونکہ اس میں برقی منفی عنصر کلورین کی شمولیت ہو رہی ہے۔ جلد ہی یہ معلوم ہو گیا کہ تکسید اور تحویل کے عمل ہمیشہ بہ یک وقت ہوتے ہیں (جیسا کہ اوپر دی ہوئی تمام مساوات کی دوبارہ جانچ کرنے سے ظاہر ہوجاتا ہے)۔ اس لیے کیمیائی تعاملات کی اس قسم کے لیے لفظ "تحویل تکسید" (Redox) وضع کیا گیا۔

مسئلہ 8.1

نیچے دیے ہوئے تعاملات میں ان کیمیاوی اشیا کی شناخت کیجیے جن کی تکسید اور تحویل ہو رہی ہے۔

(i) $H_2S\,(g) + Cl_2\,(g) \rightarrow 2\,HCl\,(g) + S\,(s)$

(ii) $3Fe_3O_4\,(s) + 8\,Al\,(s) \rightarrow 9\,Fe\,(s) + 4Al_2O_3\,(s)$

(iii) $2\,Na\,(s) + H_2\,(g) \rightarrow 2\,NaH\,(s)$

حل

(i) H_2S کی تکسید ہو رہی ہے کیونکہ سلفر کے مقابلے میں ایک زیادہ برقی منفی عنصر کلورین، ہائڈروجن میں شامل ہوا ہے (یا ایک زیادہ برقی مثبت عنصر یعنی ہائڈروجن، S سے خارج ہوا ہے)۔ کلورین کی تحویل ہوئی ہے، کیونکہ ہائڈروجن اس میں شامل ہوئی ہے۔

(ii) ایلومینیم کی تکسید ہوئی ہے کیونکہ آکسیجن اس میں شامل ہوئی ہے۔ اور فیرو سوفیرک آکسائڈ (Fe_3O_4) کی تحویل ہوئی ہے کیونکہ آکسیجن اس سے خارج ہوئی ہے۔

(iii) صرف برقی منفیت (Electronegativity) کے تصور کے اطلاق سے ہی ہم یہ نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ سوڈیم کی تکسید ہوئی ہے اور ہائڈروجن کی تحویل۔

منتخب کیا گیا تعامل (iii) ہمیں اس بات کی ترغیب دیتا ہے کہ ہم تحویل تکسید تعاملات کی تعریف کرنے کا کوئی اور طریقہ سوچیں۔

8.2 الیکٹران منتقلی تعاملات کی شکل میں تحویل تکسید تعاملات (Redox Reactions in Terms of Electron Transfer Reactions)

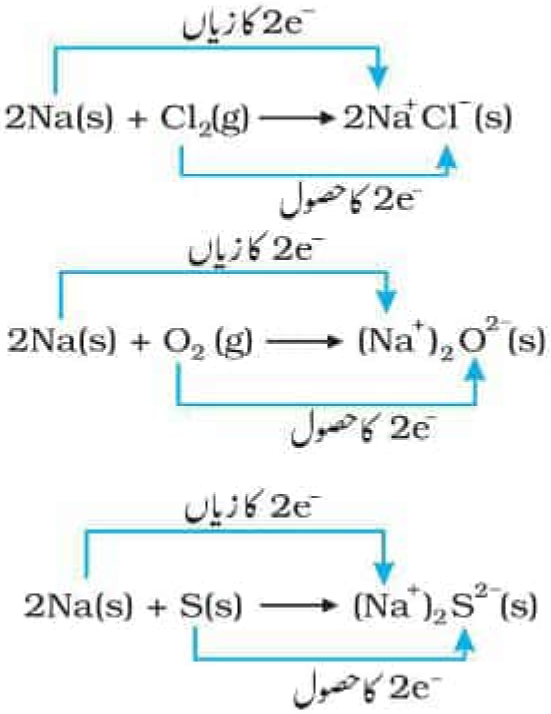
ہم پہلے ہی سیکھ چکے ہیں کہ تعاملات:

$$2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl\,(s) \qquad (8.12)$$

$$2Na(s) + O_2(g) \rightarrow Na_2O(s) \qquad (8.13)$$

$$2Na(s) + S(s) \rightarrow Na_2S(s) \qquad (8.14)$$

تحویل تکسید تعاملات ہیں کیونکہ ان میں سے ہر ایک تعامل میں سوڈیم میں یا تو آکسیجن یا زیادہ برقی منفی عنصر کے شامل ہونے کی وجہ سے سوڈیم کی تکسید ہوئی ہے۔ ساتھ ہی ساتھ کلورین، آکسیجن اور سلفر کی تحویل ہوئی ہے کیونکہ ان میں سے ہر ایک میں برقی مثبت عنصر سوڈیم شامل ہو گیا ہے۔ ہم کیمیائی بندش (Chemical Bonding) کی اپنی معلومات کی بنا پر یہ بھی جانتے ہیں کہ سوڈیم کلورائڈ، سوڈیم آکسائڈ اور سوڈیم سلفائڈ، آئنی مرکبات (Ionic Compounds) ہیں اور شاید انھیں بہتر طریقے سے اس طرح لکھا جا سکتا ہے: $Na^+Cl^-\,(s)$، $(Na^+)_2O^{2-}(s)$ اور $(Na^+)_2\,S^{2-}(s)$۔ ماحصل انواع پر برقی چارج کا پیدا ہونا اس طرف اشارہ کرتا ہے کہ تعاملات (8.12 تا 8.14) کو ہم دوبارہ مندرجہ ذیل طریقے سے لکھ سکتے ہیں۔



آسانی کے لیے مندرجہ بالا عملوں میں سے ہر ایک کو دو علیحدہ اقدامات سمجھا جا سکتا ہے، ایک وہ جس میں الیکٹرانوں کا زیاں شامل ہے اور دوسرا وہ جس میں الیکٹرانوں کا حصول۔ مثال کے لیے ہم ان میں سے ایک عمل، سوڈیم کلورائڈ کی تشکیل کی مزید وضاحت کر سکتے ہیں:

$$2\,Na(s) \rightarrow 2\,Na^+(g) + 2e^-$$

$$Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2\,Cl^-(g)$$

مندرجہ بالا میں ہر ایک قدم، نصف تعامل (Half Reaction) کہلاتا ہے، جو الیکٹرانوں کی شمولیت کو واضح طور پر ظاہر کرتا ہے۔ نصف تعاملات کا حاصل جمع، مجموعی تعامل دیتا ہے:

$$2\,Na(s) + Cl_2\,(g) \rightarrow 2\,Na^+\,Cl^-\,(s) \text{ or } 2\,NaCl\,(s)$$

تعاملات 8.12 تا 8.14 تجویز کرتے ہیں کہ وہ نصف تعاملات، جن میں الیکٹرانوں کا زیاں شامل ہوتا ہے، تکسیدی تعاملات کہلاتے ہیں۔ اسی طرح وہ نصف تعاملات جن میں الیکٹرانوں کا حصول شامل ہوتا ہے تحویلی تعاملات کہلاتے ہیں۔ یہ ذکر بھی بے جا نہ ہوگا کہ تکسید اور تحویل کی تعریف کرنے کا نیا طریقہ اسی وقت حاصل ہو سکا جب انواع کے طرزِ عمل کے کلاسیکی نظریے اور الیکٹران منتقلی تبدیلی میں ان کے رول کے درمیان ہم رشتگی قائم ہو سکی۔ تعاملات (8.12 تا 8.14) میں سوڈیم، جس کی تکسید ہوئی ہے، بہ طور تحویلی ایجنٹ (Reducing Agent) کام کر رہا ہے کیونکہ یہ ہر اس عنصر کو الیکٹران عطا کرتا ہے جو اس سے تعامل کرتا ہے اور اس طرح ان کی

تحویل میں مدد کرتا ہے۔کلورین، آکسیجن اور سلفر کی تحویل ہوئی ہے اور یہ بہ طور تکسیدی ایجنٹ کام کرتے ہیں کیونکہ یہ سوڈیم سے الیکٹران حاصل کرتے ہیں۔خلاصہ کے طور پر ہم کہہ سکتے ہیں:

تکسید : کسی بھی نوع سے الیکٹران (الیکٹرانوں) کا زیاں

تحویل: کسی بھی نوع کے ذریعے الیکٹران (الیکٹرانوں) کا حصول

تکسیدی ایجنٹ: الیکٹران (الیکٹرانوں) کا حصول کار (Acceptor)

تحویل ایجنٹ : الیکٹران (الیکٹرانوں) کا معطی (Donor)

مسئلہ 8.2

جواز پیش کیجیے کہ تعامل:

$2\,Na(s) + H_2(g) \rightarrow 2\,NaH\,(s)$ ایک تحویل تکسید تبدیلی ہے۔

حل

کیونکہ مندرجہ بالا تعامل میں تشکیل پانے والا مرکب ایک آینی مرکب ہے، جسے $Na^+H^-(s)$ کے طور پر ظاہر کیا جا سکتا ہے۔اس لیے اس عمل میں ایک نصف تعامل مندرجہ ذیل ہے:

$$2\,Na\,(s) \rightarrow 2\,Na^+(g) + 2e^-$$

اور دوسرا نصف تعامل ہے:

$$H_2\,(g) + 2e^- \rightarrow 2\,H^-(g)$$

اس لیے دیے ہوئے تعامل کو دو نصف تعاملات میں توڑنے سے اپنے آپ ظاہر ہو جاتا ہے کہ یہاں سوڈیم کی تکسید ہوئی ہے اور ہائڈروجن کی تحویل- اس لیے مکمل تعامل ایک تحویل-تکسید تبدیلی ہے۔

8.2.1 مسابقتی الیکٹران منتقلی تعاملات (Competitive Electron Transfer Reactions)

جیسا کہ شکل 8.1 میں دکھایا گیا ہے کہ کاپر نائٹریٹ (Copper Nitrate) کے آبی محلول میں دھاتی زنک کی ایک چھڑ تقریباً ایک گھنٹے تک رکھیے۔آپ دیکھیں گے کہ چھڑوں پر سرخی مائل دھاتی کاپر کی تہہ چڑھ جاتی ہے اور محلول کا رنگ غائب ہو جاتا ہے۔جب محلول کا نیلا رنگ، جو کہ Cu^{2+} کی وجہ سے تھا، غائب ہو جاتا ہے تو ماحصلات میں Zn^{2+} آینوں کی تشکیل کی جانچ بہ آسانی کی جا سکتی ہے۔اگر Zn^{2+} آین پر مشتمل اس بے رنگ محلول میں سے H_2S گیس گزاری جائے اور محلول کو امونیا کے ساتھ قلوی (Alkaline) کرنے پر سفید زنک سلفائڈ، ZnS کا بنتا دیکھا جا سکتا ہے۔

دھاتی زنک اور کاپر نائٹریٹ (Copper Nitrate) کے آبی محلول کے درمیان ہونے والا تعامل ہے:

$$Zn(s) + Cu^{2+}\,(aq) \rightarrow Zn^{2+}\,(aq) + Cu(s) \qquad (8.15)$$

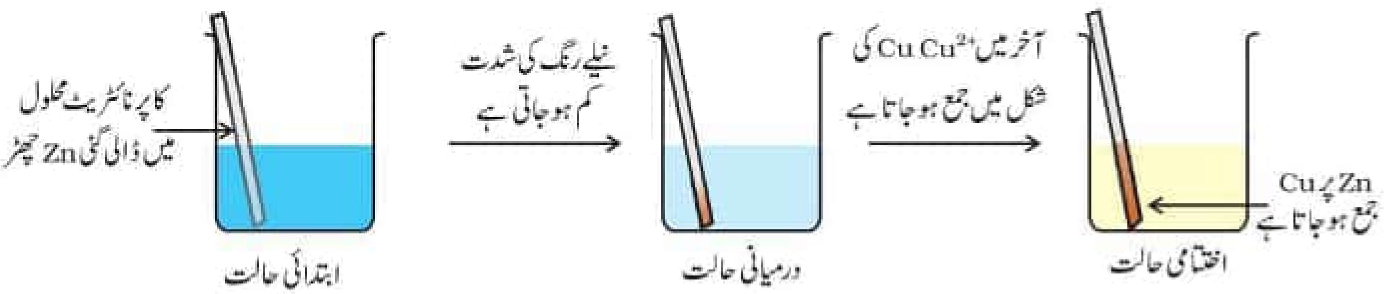
تعامل (8.15) میں، Zn^{2+} بننے کے لیے زنک الیکٹرانوں کا زیاں ہوا ہے، اس لیے Zn کی تکسید ہوئی ہے۔اور اب اگر الیکٹران خارج کر کے زنک کی تکسید ہوئی ہے، تو زنک کے ذریعے خارج کیے گئے الیکٹرانوں کو قبول کر کے کسی شے کی تحویل ہونا بھی لازمی ہے۔زنک سے الیکٹران حاصل کر کے کاپر آین کی تحویل ہو جاتی ہے۔

تعامل (8.15) کو ایسے لکھا جا سکتا ہے:

$2e^-$ کا اخراج

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

$2e^-$ کا حصول



شکل 8.1 ایک بیکر میں زنک اور کاپر نائٹریٹ کے آبی محلول کے درمیان تحویل تکسید تعامل

اب ہم مساوات (8.15) سے ظاہر کیے گئے تعامل کی حالت توازن کی جانچ کر سکتے ہیں۔اس مقصد کے لیے آیئے ایک زنک سلفیٹ (Zinc Sulphate) کے محلول میں دھاتی کاپر کی چھڑ ڈالتے ہیں۔کوئی تعامل ہوتا ہوا دکھائی نہیں دیتا اور محلول میں سے H_2S گیس گزار کر کیوپرک سلفائڈ (CuS) کا سیاہ رنگ پیدا کرکے Cu^{2+} آینوں کی موجودگی کا پتہ لگانے کی کوشش کامیاب نہیں ہوتی۔کیوپرک سلفائڈ کی حل پذیری اتنی کم ہے کہ یہ ایک بہت ہی حساس ٹیسٹ ہے، پھر بھی Cu^{2+} کی تشکیل کی شناس نہیں ہو پاتی۔اس سے ہم یہ نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ تعامل (8.15) کے لیے حالت توازن، ماحصلات کے مقابلے میں متعاملات کے زیادہ موافق ہے۔

آیئے اب الیکٹران منتقلی تعامل کی توسیع کریں: کاپر دھات اور پانی میں بنائے گئے سلور نائٹریٹ (Silver Nitrate) محلول کا تعامل دیکھنے کے لیے شکل 8.2 کے مطابق سامان ترتیب دیجیے۔محلول میں مندرجہ ذیل تعامل کے ذریعے Cu^{2+} آینوں کی تشکیل کی وجہ سے نیلا رنگ پیدا ہوجاتا ہے۔

$2e^-$ کا اخراج

$$Cu(s) + 2Ag^{+}(aq) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

$2e^-$ کا حصول

(8.16)

یہاں $Cu(s)$ کی $Cu^{2+}(aq)$ میں تکسید ہوئی ہے اور $Ag^{+}(aq)$ کی $Ag(s)$ میں تحویل ہوتی ہے۔توازن ماحصلات $Cu^{2+}(aq)$ اور $Ag(s)$ کے زیادہ موافق ہے۔

آیئے، دھاتی کوبالٹ کو نکل سلفیٹ محلول میں رکھنے پر ہونے والے تعامل کا موازنہ کریں۔یہاں جو تعامل ہوتا ہے وہ مندرجہ ذیل ہے:

$2e^-$ کا اخراج

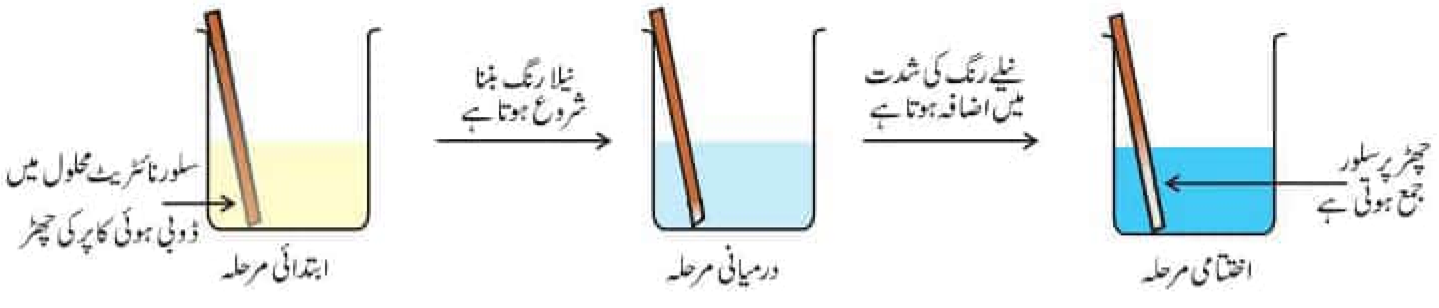
$$Co(s) + Ni^{2+}(aq) \longrightarrow Co^{2+}(aq) + Ni(s)$$

$2e^-$ کا حصول

(8.17)

حالت توازن میں، کیمیائی ٹیسٹ سے پتہ چلتا ہے کہ $Ni^{2+}(aq)$ اور $Co^{2+}(aq)$ دونوں معتدل ارتکاز کے ساتھ موجود ہیں۔اس صورت میں توازن نہ تو متعاملات [Co(s) and Ni^{2+}(aq)] اور نہ ہی ماحصلات [Co^{2+}(aq) and Ni (s)] کے موافق ہے۔

الیکٹران خارج کرنے کا یہ مقابلہ ہمیں تیزابوں میں پروٹان خارج کرنے کے مقابلے کی یاد دلاتا ہے۔دونوں کی یکسانیت تجویز کرتی ہے کہ ہم ایک ایسا جدول تیار کر سکتے ہیں جس میں دھاتیں اور ان کے آینوں کی فہرست ان کے الیکٹران خارج کرنے کے رجحان کی بنیاد پر تیار کی جائے جیسا کہ ہم تیزابوں کی طاقت (Strength) کی نشاندہی کرنے کے لیے کرتے ہیں۔دراصل ہم پہلے ہی کچھ مقابلے کر چکے ہیں۔مقابلے کے ذریعے ہمیں معلوم ہے کہ زنک، کاپر کے لیے الیکٹران خارج کرتا ہے اور کاپر، سلور کو الیکٹران دیتا ہے، اس لیے ان دھاتوں کے الیکٹران خارج کرنے کے رجحان کی ترتیب اس طرح ہے: Zn > Cu > Ag۔ہم یقیناً اپنی فہرست کو زیادہ جامع بنانا چاہیں گے اور ایک **دھات سرگرمی سلسلہ (Metal Activity Series)** یا **برقی کیمیائی سلسلہ** (Electrochemical Series) ترتیب دینا چاہیں گے۔مختلف دھاتوں کے درمیان الیکٹرانوں کے لیے مسابقت، ایک خاص قسم کے سیل (Cell) تیار کرنے میں ہماری مدد کرتا ہے جو گیلوینک سیل (Galvenic Cells) کہلاتے ہیں اور جن میں کیمیائی تعاملات، برقی توانائی کا ماخذ ہوتے ہیں۔آپ درجہ XII میں ان سیلوں کا مزید مطالعہ کریں گے۔



شکل 8.2 : ایک بیکر میں کاپر اور سلور نائٹریٹ کے آبی محلول کے درمیان تحویل تکسید تعامل

8.3 تکسیدی عدد (Oxidation Number)

ہائڈروجن کا آکسیجن کے ساتھ اتحاد کرکے پانی کی تشکیل الیکٹران منتقلی کی ایک کم واضح مثال ہے۔ تعامل مندرجہ ذیل ہے:

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) \qquad (8.18)$$

حالانکہ طریقہ کار سادہ نہیں ہے، پھر بھی ہم تصور کر سکتے ہیں کہ جیسے جیسے H_2 میں H ایٹم ایک تعدیلی (صفر) حالت سے H_2O میں ایک مثبت حالت کی طرف جا رہا ہے، اور O ایٹم، O_2 میں ایک صفر حالت سے H_2O میں ایک ڈائی منفی حالت کی طرف جا رہا ہے۔ یہ فرض کیا جاتا ہے کہ H سے O پر ایک الیکٹران منتقل ہوتا ہے اور نتیجتاً H_2 کی تکسید ہوتی ہے اور O_2 کی تحویل ہوتی ہے۔ لیکن، جیسا کہ ہم بعد میں دیکھیں گے، چارج کی منتقلی صرف جزوی ہے اور اسے زیادہ بہتر طور پر بیان کرنے کے لیے ہم اسے H کے ذریعے الیکٹران کے مکمل اخراج اور O کے ذریعے الیکٹران کے مکمل حصول کے بجائے، الیکٹران شفٹ (Electron Shift) کہہ سکتے ہیں۔ یہاں مساوات (8.18) کے لیے جو کچھ کہا گیا ہے وہ بہت سے ان دوسرے تعاملات پر بھی صادق آ سکتا ہے، جن میں شریک گرفت مرکبات شامل ہوتے ہیں۔

تعاملات کی اس قسم کی دو مثالیں ہیں:

$$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g) \qquad (8.19)$$

اور

$$CH_4(g) + 4Cl_2(g) \rightarrow CCl_4(l) + 4HCl(g) \qquad (8.20)$$

وہ کیمیائی تعاملات جن میں شریک گرفت مرکبات کی تشکیل شامل ہوتی ہے ان میں الیکٹران شفٹ کی معلومات رکھنے کے لیے، ایک زیادہ عملی طریقہ، بنایا گیا ہے جس میں تکسیدی عدد (Oxidation Number) کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اس طریقے میں، ہمیشہ یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ ایک کم برقی منفی ایٹم سے زیادہ برقی منفی ایٹم کو الیکٹران کی مکمل منتقلی ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ہم مساوات (8.18 تا 8.20) کو دوبارہ لکھ کر تعامل میں حصہ لینے والے ہر ایک ایٹم کا چارج ظاہر کرتے ہیں:

$$\overset{0}{2H_2}(g) + \overset{0}{O_2}(g) \rightarrow 2\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}(l) \qquad (8.21)$$

$$\overset{0}{H_2}(g) + \overset{0}{Cl_2}(g) \rightarrow 2\overset{+1}{H}\overset{-1}{Cl}(g) \qquad (8.22)$$

$$\overset{-4}{C}\overset{+1}{H_4}(g) + 4\overset{0}{Cl_2}(g) \rightarrow 4\overset{+4}{C}\overset{-1}{Cl_4}(l) + 4\overset{+1}{H}\overset{-1}{Cl}(g) \qquad (8.23)$$

یہ وضاحت کر دینا ضروری ہے کہ الیکٹران منتقلی کا مفروضہ صرف حساب رکھنے کے لیے استعمال ہوتا ہے اور اس اکائی کے بعد کے مرحلوں میں یہ واضح ہو جائے گا کہ یہ مفروضہ، تکسید تحویل تعاملات کے سادہ بیان کی طرف رہ نمائی کرتا ہے۔

تکسیدی عدد (Oxidation Number) کسی عنصر کی ایک مرکب میں تکسیدی حالت (Oxidation State) کو ظاہر کرتا ہے جو کہ ان قاعدوں کے ایک سیٹ کے مطابق طے ہوتی ہے جو اس بنیاد پر تشکیل دیے گئے ہیں کہ ایک شریک گرفت بند میں الیکٹران، مکمل طور پر زیادہ برقی منفی عنصر سے تعلق رکھتا ہے۔

یہ یاد رکھنا یا یہ پہچان پانا، ہمیشہ ہی ممکن نہیں ہے کہ کسی مرکب/آین میں کون سا عنصر دوسرے کے مقابلے میں زیادہ برقی منفی ہے۔ لہٰذا کسی عنصر کا تکسیدی عدد معلوم کرنے کے لیے قاعدوں کا ایک سیٹ تشکیل دیا گیا ہے۔ اگر ایک عنصر کے دو یا دو سے زائد ایٹم ایک سالمہ/آین میں پائے جاتے ہیں، جیسے $Na_2S_2O_3/Cr_2O_7^{2-}$ وغیرہ میں، تو اس عنصر کے ایٹم کا تکسیدی عدد، اس عنصر کے تمام ایٹموں کے تکسیدی اعداد کا اوسط ہوگا۔ اب ہم تکسیدی عدد کا حساب لگانے کے لیے قاعدے بیان کرتے ہیں۔ یہ قاعدے ہیں۔

1۔ عناصر میں، آزاد یا غیر متحد حالت میں ہر ایک ایٹم کا تکسیدی عدد صفر ہوتا ہے۔ اس لیے ظاہر ہے کہ O_2، Cl_2، O_3، P_4، S_8، Na، Mg، Al میں ہر ایک ایٹم کا تکسیدی عدد صفر ہے۔

2۔ صرف ایک ایٹم پر مشتمل آئینوں میں تکسیدی عدد، آین کے چارج کے مساوی ہے۔ اس لیے Na^+ آین کا تکسیدی عدد +1 ہے، Mg^{2+} آین کا +2 ہے، Fe^{3+} آین کا +3، Cl^- آین کا −1، O^{2-} آین کا −2 وغیرہ۔ اپنے مرکبات میں تمام قلوی دھاتوں (Alkali Metals) کا تکسیدی عدد +1 ہے اور تمام قلوی مٹی دھاتوں (Alkaline Earth Metals) کا تکسیدی عدد +2 ہے۔ ایلومینیم کا اپنے تمام مرکبات میں تکسیدی عدد +3 ہے۔

3۔ زیادہ تر مرکبات میں آکسیجن کا تکسیدی عدد −2 ہے۔ لیکن یہاں پر دو قسم کی استثنائی صورتیں پائی جاتی ہیں۔ پہلی صورت پر آکسائڈ (Peroxides) اور سوپر آکسائڈ (Super Oxides) میں پیدا ہوتی ہے۔ یہ وہ مرکبات ہیں جن میں آکسیجن کے ایٹم ایک

دوسرے سے براہِ راست منسلک رہتے ہیں۔ جبکہ پرآکسائڈ (مثلاً H_2O_2، Na_2O_2 وغیرہ) میں آکسیجن ایٹم کو تکسیدی عدد 1– تفویض کیا جاتا ہے، سپر آکسائڈ مثلاً (KO_2، RbO_2) میں ہر ایک آکسیجن ایٹم کو تکسیدی عدد (½–) تفویض کیا جاتا ہے۔ دوسری استثنائی صورت بہت کم پیش آتی ہے یعنی کہ جب آکسیجن کی بندش فلورین سے ہوتی ہے۔ ایسے مرکبات میں، مثلاً آکسیجن ڈائی فلورائڈ (OF_2) اور ڈائی آکسیجن ڈائی فلورائڈ (O_2F_2)، میں آکسیجن کو تکسیدی عدد، بالترتیب، 2+ اور 1+ تفویض کیا جاتا ہے۔ آکسیجن کو تفویض کیا گیا عدد آکسیجن کی بندشی حالت پر منحصر ہوگا لیکن یہ عدد اب صرف مثبت عدد ہی ہوگا۔

4۔ ہائڈروجن کا تکسیدی عدد 1+ ہے سوائے اس کے کہ جب یہ بائنری مرکبات (یعنی وہ مرکبات جن میں دو عناصر ہوتے ہیں) میں دھاتوں سے بندھی ہو۔ مثلاً NaH، LiH اور CaH_2 میں اس کا تکسیدی عدد (1–) ہے۔

5۔ اپنے تمام مرکبات میں، فلورین کا تکسیدی عدد (1–) ہے۔ دوسرے ہیلوجن (Cl، Br اور I) کا تکسیدی عدد بھی جب وہ اپنے مرکبات میں بطور ہیلائڈ آین (Halide Ions) پائے جاتے ہیں، 1– ہوتا ہے۔ کلورین، برومین اور آیوڈین جب آکسیجن سے متحد ہوتے ہیں، مثلاً آکسو ایسڈ (Oxoacids) اور آکسو این آین (Oxoanions)، تو ان کے تکسیدی اعداد مثبت ہوتے ہیں۔

6۔ ایک مرکب میں تمام عناصر کے تکسیدی اعداد کا الجبری حاصل جمع صفر ہونا لازمی ہے۔ کثیر ایٹمی آین میں آین کے تمام ایٹموں کے تکسیدی اعداد کا الجبری حاصل جمع، آین کے برقی چارج کے مساوی ہونا لازمی ہے۔ اس لیے کاربونیٹ آین $(CO_3)^{2-}$ میں، تین آکسیجن ایٹموں اور ایک کاربن ایٹم کے تکسیدی اعداد کا حاصل جمع (2–) کے مساوی ہونا لازمی ہے۔

مندرجہ بالا قاعدوں کو استعمال کرکے کسی بھی سالمہ یا آین میں، جس عنصر کا بھی تکسیدی عدد درکار ہو، معلوم کر سکتے ہیں، یہ واضح ہے کہ دھاتی عناصر کا تکسیدی عدد مثبت ہوتا ہے اور غیر دھاتی عناصر کا تکسیدی عدد مثبت یا منفی ہوتا ہے۔ عبوری عناصر (Transition Elements) کے ایٹم عام طور سے کئی مثبت تکسیدی حالتیں ظاہر کرتے ہیں۔ ایک نمائندہ عنصر کا اعظم تکسیدی عدد، پہلے دو گروپوں کے لیے گروپ نمبر اور باقی گروپوں کے لیے گروپ نمبر نفی 10 ہے۔ (دوری جدول کی لمبی شکل کے مطابق) اس کا مطلب یہ ہوا کہ ایک عنصر کے ایک ایٹم کے ذریعے ظاہر کی گئی تکسیدی عدد کی اعظم قدر عام طور سے دوری جدول کے ایک دور میں بڑھتی جاتی ہے۔ تیسرے دور میں، تکسیدی عدد، کی اعظم قدر 1 سے لے کر 7 تک تبدیل ہوتی ہے، جیسا کہ نیچے عناصر کے مرکبات میں ظاہر کیا گیا ہے۔

ایک اصطلاح جو اکثر تکسیدی عدد کے متبادل کے طور پر استعمال کی جاتی ہے، وہ ہے **''تکسیدی حالت''** (Oxidation State)۔ اس لیے CO_2 میں کاربن کی تکسیدی حالت 4+ ہے اور یہی اس کا تکسیدی عدد ہے اور اسی طرح آکسیجن کا تکسیدی عدد نیز تکسیدی حالت 2– ہے۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ تکسیدی عدد، کسی مرکب میں ایک عنصر کی تکسیدی حالت کی نشاندہی کرتا ہے۔

کسی مرکب میں ایک دھات کی تکسیدی عدد حالت کا اظہار بعض اوقات جرمن کیمیادان الفریڈ اسٹاک کے کے ذریعے دی گئی ترسیم کے مطابق کیا جاتا ہے۔ یہ اسٹاک ترسیم (Stock Notation) کے نام سے مشہور ہے۔ اس کے مطابق تکسیدی عدد کا اظہار ایک رومن ہندسہ کے ذریعے کیا جاتا ہے، جسے سالماتی فارمولے میں، دھات کی علامت کے

گروپ	1	2	13	14	15	16	17
عنصر	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
مرکب	NaCl	$MgSO_4$	AlF_3	$SiCl_4$	P_4O_{10}	SF_6	$HClO_4$
گروپ عنصر کی اعظم تکسیدی عدد حالت	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7

بعد قوسین میں لکھا جاتا ہے۔ اس لیے آرس کلورائڈ (Aurous Chloride) کو Au(I) Cl اور آرک کلورائڈ (Auric Chloride) کو Au(III) Cl_3 لکھا جائے گا۔ اسی طرح اسٹینس کلورائڈ اور اسٹینک کلورائڈ کو: $Sn(II)Cl_2$ اور $Sn(IV)Cl_4$ لکھا جائے گا۔ تکسیدی عدد میں اس تبدیلی کا مطلب ہے تکسیدی حالت میں تبدیلی جو یہ شناخت کرنے میں مدد کرتی ہے کہ نوع تکسید شدہ شکل میں پائی جاتی ہے یا تحویل شدہ شکل میں۔ اس طرح $Hg_2(I)Cl_2$ ،$Hg(II)Cl_2$ کی تحویل شدہ شکل ہے۔

مسئلہ 8.3

اسٹاک ترسیم کا استعمال کرتے ہوئے مندرجہ ذیل مرکبات کو ظاہر کیجیے:

$HAuCl_4$، Tl_2O، FeO، Fe_2O_3، CuI، CuO، MnO اور MnO_2۔

حل

کسی مرکب میں مطلوبہ عنصر کے تکسیدی عدد کا حساب لگانے کے مختلف قاعدوں کا استعمال کرتے ہوئے، ہر ایک دھاتی عنصر کا اپنے مرکب میں تکسیدی عدد مندرجہ ذیل ہے:

$HAuCl_4$	→	Au کا تکسیدی عدد 3
Tl_2O	→	Tl کا تکسیدی عدد 1
FeO	→	Fe کا تکسیدی عدد 2
Fe_2O_3	→	Fe کا تکسیدی عدد 3
CuI	→	Cu کا تکسیدی عدد 1
CuO	→	Cu کا تکسیدی عدد 2
MnO	→	Mn کا تکسیدی عدد 2
MnO_2	→	Mn کا تکسیدی عدد 4

اس لیے، ان مرکبات کو ایسے ظاہر کیا جا سکتا ہے:

$HAu(III)Cl_4$، $Tl_2(I)O$، Fe(II)O، $Fe_2(III)O_3$، Cu(I)I، Cu(II)O، Mn(II)O، $Mn(IV)O_2$

تکسیدی عدد کا تصور، تکسید، تحویل، تکسیدی ایجنٹ، تحویلی ایجنٹ اور تحویل تکسید تعامل کی تعریف کرنے کے لیے استعمال کیا گیا ہے۔ خلاصہ کے طور پر ہم کہہ سکتے ہیں:

تکسید: دی ہوئی شے میں عنصر کے تکسیدی عدد میں اضافہ

تحویل: دی ہوئی شے میں عنصر کے تکسیدی عدد میں کمی

تکسیدی ایجنٹ: وہ ریجنٹ (Reagent) جو دی ہوئی شے میں ایک عنصر کے تکسیدی عدد میں اضافہ کر سکتا ہے۔ یہ ریجنٹ، تکسید کار (Oxidants) بھی کہلاتے ہیں۔

تحویلی ایجنٹ: وہ ریجنٹ جو دی ہوئی شے میں ایک عنصر کے تکسیدی عدد کو کم کر دیتا ہے۔ یہ ریجنٹ تحویل کار (Reductants) بھی کہلاتے ہیں۔

تحویل تکسید تعاملات: وہ تعاملات جن میں باہم عمل کرنے والی انواع کے تکسیدی عدد کی تبدیلی شامل ہوتی ہے۔

مسئلہ 8.4

دلیل پیش کیجیے کہ تعامل:

$$2Cu_2O(s) + Cu_2S(s) \rightarrow 6Cu(s) + SO_2(g)$$

ایک تحویل تکسید تعامل ہے۔ اس نوع کو شناخت کیجیے جو تکسید/تحویل ہوئی ہے، جو تکسید کار کے طور پر کام کر رہی ہے اور جو تحویل کار کے طور پر کام کر رہی ہے۔

حل

آئیے اس تعامل میں شامل ہر ایک نوع کو پہلے تکسیدی عدد تفویض کریں۔

$$2\overset{+1}{Cu_2}\overset{-2}{O}(s) + \overset{+1}{Cu_2}\overset{-2}{S}(s) \rightarrow 6\overset{0}{Cu}(s) + \overset{+4}{S}\overset{-2}{O_2}$$

اس لیے ہم یہ نتیجہ اخذ کرتے ہیں کہ اس تعامل میں کاپر 1+ حالت سے صفر تکسیدی حالت میں تحویل ہوتا ہے اور سلفر کی 2- حالت سے 4+ حالت میں تکسید ہوتی ہے۔ اس لیے مندرجہ بالا تعامل تحویل تکسید تعامل ہے۔

مزید Cu_2O، Cu_2S میں سلفر کی اس کے تکسیدی عدد میں اضافہ کرنے میں مدد کرتا ہے۔ اس لیے Cu(I) ایک تکسید کار ہے۔ اور Cu_2S میں سلفر، Cu_2S اور Cu_2O دونوں میں Cu کے تکسیدی عدد کو کم کرنے میں مدد کرتا ہے۔ اس لیے Cu_2S میں سلفر تحویل کار ہے۔

8.3.1 تحویل تکسید تعاملات کی اقسام
(Types of Redox Reactions)

1. اتحادی تعاملات (Combination reactions)

ایک اتحادی تعامل کو مندرجہ ذیل شکل میں ظاہر کیا جا سکتا ہے:

$$A + B \rightarrow C$$

اس قسم کے تعامل کو تحویل تکسید تعامل ہونے کے لیے ضروری ہے کہ A اور B دونوں یا ان میں سے کوئی ایک، عنصری شکل میں ہو۔ تمام احتراقی تعاملات (Combustion Reaction)، جو کہ عنصری ڈائی آکسیجن کا استعمال کرتے ہیں، یا دوسرے تعاملات جن میں ڈائی آکسیجن کے بجائے دوسرے عناصر، شامل ہوتے ہیں، تحویل تکسید تعاملات ہیں۔ اس زمرہ کی کچھ اہم مثالیں مندرجہ ذیل ہیں۔

$$\overset{0}{C}(s) + \overset{0}{O_2}(g) \xrightarrow{\Delta} \overset{+4\ -2}{CO_2}(g) \qquad (8.24)$$

$$3\overset{0}{Mg}(s) + \overset{0}{N_2}(g) \xrightarrow{\Delta} \overset{+2\ -3}{Mg_3N_2}(s) \qquad (8.25)$$

$$\overset{-4+1}{CH_4}(g) + 2\overset{0}{O_2}(g) \xrightarrow{\Delta} \overset{+4\ -2}{CO_2}(g) + 2\overset{+1\ -2}{H_2O}(l)$$

2. تحلیلی تعاملات (Decomposition Reactions)

تحلیلی تعاملات اتحادی تعاملات کے برعکس ہوتے ہیں تحلیلی تعامل کے دوران ایک مرکب دو یا دو سے زیادہ اجزا میں ٹوٹتا ہے، جن میں سے کم از کم کوئی ایک عنصری حالت میں ہونا لازمی ہے۔ اس قسم کے تعاملات کی مثالیں ہیں:

$$2\overset{+1\ -2}{H_2O}(l) \xrightarrow{\Delta} 2\overset{0}{H_2}(g) + \overset{0}{O_2}(g) \qquad (8.26)$$

$$2\overset{+1\ -1}{NaH}(s) \xrightarrow{\Delta} 2\overset{0}{Na}(s) + \overset{0}{H_2}(g) \qquad (8.27)$$

$$2\overset{+1\ +5\ -2}{KClO_3}(s) \xrightarrow{\Delta} 2\overset{+1\ -1}{KCl}(s) + 3\overset{0}{O_2}(g) \qquad (8.28)$$

یہ نوٹ کیا جا سکتا ہے کہ اتحادی تعاملات کے تحت میتھین میں شامل ہائڈروجن کے تکسیدی عدد میں کوئی تبدیلی نہیں ہوئی ہے اور اسی طرح تعامل (8.28) میں پوٹاشیم کلوریٹ میں شامل پوٹاشیم کے تکسیدی عدد میں کوئی تبدیلی نہیں ہوئی ہے۔ یہاں یہ بھی نوٹ کیا جا سکتا ہے کہ ہر ایک تحلیلی تعامل تحویل تکسید تعامل نہیں ہوتا۔ مثال کے طور پر کیلشیم کاربونیٹ کی تحلیل، تحویل تکسید تعامل نہیں ہے۔

$$\overset{+2\ +4\ -2}{CaCO_3}(s) \xrightarrow{\Delta} \overset{+2\ -2}{CaO}(s) + \overset{+4\ -2}{CO_2}(g)$$

3. ہٹاؤ تعاملات (Displacement reactions)

ہٹاؤ تعامل (Displacement Reaction) کے تحت کسی مرکب میں ایک آین (یا ایک ایٹم) کی جگہ دوسرے عنصر کا ایک آین (یا ایک ایٹم) لے لیتا ہے۔ اس کو ایسے ظاہر کیا جا سکتا ہے:

$$X + YZ \rightarrow XZ + Y$$

ہٹاؤ تعاملات دو قسم کے ہوتے ہیں: دھاتی ہٹاؤ تعامل اور غیر دھاتی ہٹاؤ تعامل۔

(a) دھاتی ہٹاؤ تعامل: کسی مرکب میں ایک دھات کی جگہ وہ دوسری دھات لے سکتی ہے جو غیر متحد حالت میں ہے۔ ہم تعاملات کے اس زمرہ سے حصہ 8.2.1 کے تحت پہلے ہی بحث کر چکے ہیں۔ دھاتی ہٹاؤ تعامل کے فلز کاری میں بہت سے استعمال ہیں، جہاں کچھ دھاتوں میں ان کے مرکبات سے خالص دھات حاصل کی جاتی ہے۔ ایسی چند مثالیں مندرجہ ذیل ہیں:

$$\overset{+2+6-2}{CuSO_4}(aq) + \overset{0}{Zn}(s) \rightarrow \overset{0}{Cu}(s) + \overset{+2\ +6\ -2}{ZnSO_4}(aq) \qquad (8.29)$$

$$\overset{+5\ -2}{V_2O_5}(s) + 5\overset{0}{Ca}(s) \xrightarrow{\Delta} 2\overset{0}{V}(s) + 5\overset{+2\ -2}{CaO}(s) \qquad (8.30)$$

$$\overset{+4\ -1}{TiCl_4}(l) + 2\overset{0}{Mg}(s) \xrightarrow{\Delta} \overset{0}{Ti}(s) + 2\overset{+2\ -1}{MgCl_2}(s) \qquad (8.31)$$

$$\overset{+3\ -2}{Cr_2O_3}(s) + 2\overset{0}{Al}(s) \xrightarrow{\Delta} \overset{+3\ -2}{Al_2O_3}(s) + 2\overset{0}{Cr}(s) \qquad (8.32)$$

ان تمام صورتوں میں، تحویل کرنے والی دھات، اس دھات کے مقابلے میں جس کی تحویل ہو رہی ہے، بہتر تحویلی ایجنٹ ہے جو تحویل ہونے والی دھات کے مقابلے میں الیکٹران خارج کرنے کی بہتر صلاحیت کا مظاہرہ کرتی ہے۔

(b) غیر دھاتی ہٹاؤ تعامل: غیر دھاتی ہٹاؤ تحویل تکسید تعاملات میں ہائڈروجن ہٹاؤ تعامل اور ایک بہت کمی سے ہونے والا آکسیجن ہٹاؤ تعامل شامل ہے۔

تمام قلوی دھاتیں (Alkali Metals) اور کچھ قلوی مٹی دھاتیں (Alkaline earth metals)، (Ba اور Sr، Ca) جو بہت اچھے تحویل کار ہیں، ٹھنڈے پانی سے ہائڈروجن کو ہٹا دیں گے:

$$\overset{0}{2Na(s)} + \overset{+1\,-2}{2H_2O(l)} \rightarrow \overset{+1-2+1}{2NaOH(aq)} + \overset{0}{H_2(g)} \qquad (8.33)$$

$$\overset{0}{Ca(s)} + \overset{+1\,-2}{2H_2O(l)} \rightarrow \overset{+2\,-2+1}{Ca(OH)_2\,(aq)} + \overset{0}{H_2(g)} \qquad (8.34)$$

کم تعامل پذیر دھاتیں جیسے میگنیشم اور لوہا بھاپ سے تعامل کر کے ڈائی ہائڈروجن گیس پیدا کرتی ہیں:

$$\overset{0}{Mg(s)} + \overset{+1\,-2}{2H_2O(l)} \xrightarrow{\Delta} \overset{+2\,-2\,+1}{Mg(OH)_2(s)} + \overset{0}{H_2(g)} \qquad (8.35)$$

$$\overset{0}{2Fe(s)} + \overset{+1\,-2}{3H_2O(l)} \xrightarrow{\Delta} \overset{+3\,-2}{Fe_2O_3(s)} + \overset{0}{3H_2(g)} \qquad (8.36)$$

بہت سی دھاتیں، جن میں وہ دھاتیں بھی شامل ہیں جو ٹھنڈے پانی کے ساتھ تعامل نہیں کرتیں، تیزابوں سے ہائڈروجن کو ہٹانے کی صلاحیت رکھتی ہیں۔ تیزابوں سے ایسی دھاتوں کے ذریعے بھی ڈائی ہائڈروجن پیدا کی جاسکتی ہے جو بھاپ سے بھی تعامل نہیں کرتیں۔ کیڈمیم اور ٹن ایسی ہی دھاتوں کی مثالیں ہیں۔ تیزابوں سے ہائڈروجن کے ہٹائے جانے کی کچھ مثالیں مندرجہ ذیل ہیں۔

$$\overset{0}{Zn(s)} + \overset{+1\,-1}{2HCl(aq)} \rightarrow \overset{+2\,-1}{ZnCl_2\,(aq)} + \overset{0}{H_2\,(g)} \qquad (8.37)$$

$$\overset{0}{Mg\,(s)} + \overset{+1\,-1}{2HCl\,(aq)} \rightarrow \overset{+2\,-1}{MgCl_2(aq)} + \overset{0}{H_2(g)} \qquad (8.38)$$

$$\overset{0}{Fe(s)} + \overset{+1\,-1}{2HCl(aq)} \rightarrow \overset{+2\,-1}{FeCl_2(aq)} + \overset{0}{H_2(g)} \qquad (8.39)$$

تعاملات (8.37تا8.39) تجربہ گاہ میں ڈائی ہائڈروجن گیس تیار کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ یہاں، دھاتوں کی متعاملیت (Reactivity) ہائڈروجن گیس کے بننے کی شرح سے منعکس ہوتی ہے، جو کہ سب سے کم تعامل پذیر دھات Fe کے لیے سب سے آہستہ اور سب سے زیادہ تعامل پذیر دھات Mg کے لیے سب سے تیز ہوتی ہے۔ بہت کم تعامل پذیر دھاتیں، جو اپنی قدرتی حالت میں پائی جاتی ہیں، جیسے چاندی (Ag) اور سونا (Au)، ہائڈروکلورک ایسڈ سے بھی تعامل نہیں کرتیں۔

سیکشن 8.2.1 میں ہم پہلے ہی بحث کر چکے ہیں کہ زنک (Zn)، کاپر (Cu) اور سلور(Ag)، جیسی دھاتیں الیکٹران خارج کرنے کے اپنے رجحان کے ذریعے اپنی تحویلی سرگرمی، اس ترتیب، میں ظاہر کرتی ہیں: Zn>Cu>Ag۔ دھاتوں کی طرح ہیلوجن کے لیے بھی ایکٹیوٹی سیریز (Activity series) پائی جاتی ہے۔ جیسے جیسے ہم دوری جدول کے گروپ 17 میں فلورین سے نیچے کی طرف آیوڈین تک جاتے ہیں، تو تکسیدی ایجنٹ کے طور پر ان عناصر کی قوت کم ہوتی جاتی ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ فلورین اتنی متعامل ہے کہ یہ محلول میں کلورائڈ، برومائڈ اور آیوڈائڈ آینوں کی جگہ لے سکتی ہے۔ دراصل، فلورین اتنی متعامل ہے کہ یہ پانی پر بھی حملہ آور ہوتی ہے اور پانی کی آکسیجن ہٹا دیتی ہے:

$$\overset{+1\,-2}{2H_2O\,(l)} + \overset{0}{2F_2\,(g)} \rightarrow \overset{+1\,-1}{4HF(aq)} + \overset{0}{O_2(g)} \qquad (8.40)$$

یہی وجہ ہے کہ فلورین کا استعمال کرتے ہوئے، کلورین، برومین اور آیوڈین کے ہٹاؤ تعاملات عام طور سے آبی محلول میں نہیں کیے جاتے۔ دوسری طرف ایک آبی محلول میں برومائڈ اور آیوڈائڈ آینوں کو کلورین ہٹاسکتی ہے، جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے:

$$\overset{0}{Cl_2\,(g)} + \overset{+1\,-1}{2KBr\,(aq)} \rightarrow \overset{+1\,-1}{2\,KCl\,(aq)} + \overset{0}{Br_2\,(l)} \qquad (8.41)$$

$$\overset{0}{Cl_2\,(g)} + \overset{+1\,-1}{2KI\,(aq)} \rightarrow \overset{+1\,-1}{2\,KCl\,(aq)} + \overset{0}{I_2\,(s)} \qquad (8.42)$$

کیونکہ Br_2 اور I_2 رنگین ہوتی ہیں اور CCl_4 میں گھل جاتی ہیں، اس لیے محلول کے رنگ سے بہ آسانی پہچانی جاتی ہیں۔ مندرجہ بالا تعاملات کو آینی شکل میں ایسے لکھا جاسکتا ہے:

$$\overset{0}{Cl_2\,(g)} + \overset{-1}{2Br^-\,(aq)} \rightarrow \overset{-1}{2Cl^-\,(aq)} + \overset{0}{Br_2\,(l)} \qquad (8.41a)$$

$$\overset{0}{Cl_2\,(g)} + \overset{-1}{2I^-\,(aq)} \rightarrow \overset{-1}{2Cl^-\,(aq)} + \overset{0}{I_2\,(s)} \qquad (8.42b)$$

تعاملات (8.41)اور (8.42) لیئر ٹیسٹ (Layer Test) کے نام سے مشہور ایک ٹیسٹ کے ذریعے تجربہ گاہ میں Br^- اور I^- کی شناخت کی بنیاد فراہم کرتے ہیں۔ یہاں یہ ذکر کرنا بھی غیر مناسب نہیں ہوگا کہ، اسی طرح محلول میں آیوڈائڈ آین کو برومین ہٹا سکتی ہے۔

$$\overset{0}{Br_2\,(l)} + \overset{-1}{2I^-\,(aq)} \rightarrow \overset{-1}{2Br^-\,(aq)} + \overset{0}{I_2(s)} \qquad (8.43)$$

صنعتوں میں ہیلوجن ہٹاؤ تعاملات کا براہ راست استعمال ہوتا ہے۔ ہیلوجن کو ان کے ہیلائڈ سے دوبارہ حاصل کرنے کے لیے ایک تکسیدی عمل درکار ہوتا ہے جسے ذیل میں ظاہر کیا گیا ہے۔

$$2X^- \rightarrow X_2 + 2e^- \qquad (8.44)$$

یہاں X ہیلوجن عنصر کو ظاہر کرتا ہے۔ جبکہ Cl^-، Br^- اور I^- کی تکسید کرنے کے کیمیائی طریقے دستیاب ہیں، لیکن فلورین چونکہ سب سے طاقتور تکسیدی ایجنٹ ہے، اس لیے F^- آینوں کو F_2 میں تبدیل کرنے کا کوئی کیمیائی ذریعہ نہیں ہے۔ F^- سے F_2 حاصل کرنے کا واحد طریقہ برق پاشیدگی کے ذریعے تکسید کرنا ہے، جس کی تفصیلات آپ آئندہ پڑھیں گے۔

4. غیر تناسب کاری تعاملات (Disproportionation Reactions)

غیر تناسب کاری تعاملات، تحویل تکسید تعاملات کی ایک خاص قسم ہے ایک غیر تناسب کاری تعامل میں، ایک تکسید حالت میں کوئی عنصر بہ یک وقت تکسید اور تحویل ہوتا ہے۔ غیر تناسب کاری تعامل میں متعاملات میں ہمیشہ ایک عنصر ایسا شامل ہوتا ہے، جو کم سے کم تین تکسیدی حالتوں میں پایا جاسکتا ہے۔ یہ عنصر متعاملات میں اپنی انٹرمیڈیئیٹ تکسیدی حالت میں پایا جاتا ہے۔ اس عنصر کی بالائی اور زیریں دونوں تکسیدی حالتیں تعامل میں تشکیل پاتی ہیں۔ ہائڈروجن پر آکسائڈ کی تحلیل اس قسم کے تعامل کی جانی پہچانی مثال ہے، جس میں آکسیجن کی غیر تناسب کاری ہوتی ہے۔

$$2\overset{+1\ -1}{H_2O_2}(aq) \rightarrow 2\overset{+1\ -2}{H_2O}(l) + \overset{0}{O_2}(g) \qquad (8.45)$$

یہاں پر آکسائڈ کی آکسیجن جو 1- حالت میں پائی جاتی ہے، O_2 میں صفر تکسیدی حالت میں تبدیل ہو جاتی ہے اور H_2O میں اس کی تکسیدی حالت کم ہو کر 2- ہو جاتی ہے۔

فاسفورس، سلفر اور کلورین کی قلوی میڈیم (Alkaline Medium) میں غیر تناسب کاری ہوتی ہے جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

$$\overset{0}{P_4}(s) + 3OH^-(aq) + 3H_2O(l) \rightarrow \overset{-3}{P}H_3(g) + 3H_2\overset{+1}{P}O_2^-(aq) \qquad (8.46)$$

$$\overset{0}{S_4}(s) + 12\ OH^-(aq) \rightarrow 4\overset{-2}{S^{2-}}(aq) + 2\overset{+2}{S_2}O_3^{2-}(aq) + 6H_2O(l) \qquad (8.47)$$

$$\overset{0}{Cl_2}(g) + 2\ OH^-(aq) \rightarrow \overset{+1}{Cl}O^-(aq) + \overset{-1}{Cl^-}(aq) + H_2O(l) \qquad (8.48)$$

تعامل (8.48) گھر میں استعمال ہونے والے بلیچنگ ایجنٹ (Bleaching agent) کی تشکیل بیان کرتا ہے۔ تعامل میں بننے والا ہائپوکلورائٹ آین (ClO^-)، اشیا کے رنگ دار دھبوں کی تکسید کر کے انہیں بے رنگ مرکبات میں بدل دیتا ہے۔

یہاں یہ ذکر بھی دلچسپی کا باعث ہوگا کہ برومین اور آیوڈین بھی وہی رخ اختیار کرتی ہیں جو تعامل (8.48) میں کلورین کا ہے لیکن فلورین جب القلی (Alkali) سے تعامل کرتی ہے تو اس طرز عمل سے انحراف کرتی ہے۔ فلورین کے ساتھ جو تعامل ہوتا ہے، وہ مندرجہ ذیل ہے:

$$2\ F_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow 2\ F^-(aq) + OF_2(g) + H_2O(l) \qquad (8.49)$$

(یہ بات بھی نوٹ کرنی چاہیے کہ تعامل (8.49) میں فلورین یقیناً پانی پر بھی حملہ آور ہوگی اور کچھ آکسیجن بھی بنے گی) فلورین کے ذریعے ظاہر کیا گیا یہ انحراف ہمارے لیے کچھ خاص حیرت انگیز نہیں ہے کیونکہ ہم فلورین کی حدود جانتے ہیں کہ سب سے زیادہ برق منفی عنصر ہونے کی وجہ سے یہ کوئی مثبت تکسیدی حالت نہیں ظاہر کرسکتی۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ ہیلوجن میں فلورین، غیر تناسب کاری کا رجحان نہیں ظاہر کرتی۔

مسئلہ 8.5

مندرجہ ذیل انواع میں سے کون غیر تناسب کاری تعامل نہیں ظاہر کرتی اور کیوں؟

ClO^-، ClO_2^-، ClO_3^- اور ClO_4^-

ان میں سے ہر ایک نوع کے لیے تعامل بھی لکھیے جو غیر تناسب کاری تعامل کرتی ہے۔

حل

کلورین کے مندرجہ بالا آکسواین آین (Oxoanions) میں سے ClO_4^-، غیر تناسب کاری تعامل نہیں کرتا کیونکہ اس آکسواین آین میں کلورین اپنی اعظم تکسیدی حالت میں پائی جاتی ہے جو کہ 7+ ہے۔ کلورین کے باقی تین آکسواین آینوں کے لیے غیر تناسب کاری تعامل مندرجہ ذیل ہیں:

$$3\overset{+1}{Cl}O^- \rightarrow 2\overset{-1}{Cl^-} + \overset{+5}{Cl}O_3^-$$

$$6\ \overset{+3}{Cl}O_2^- \xrightarrow{h\nu} 4\overset{+5}{Cl}O_3^- + 2\overset{-1}{Cl^-}$$

$$4\overset{+5}{Cl}O_3^- \rightarrow \overset{-1}{Cl^-} + 3\ \overset{+7}{Cl}O_4^-$$

مسئلہ 8.6

مندرجہ ذیل تحویل تکسید تعاملات کے لیے درجہ بندی کی اسکیم تجویز کیجیے۔

(a) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

(b) $2Pb(NO_3)_2(s) \rightarrow 2PbO(s) + 2NO_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g)$

(c) $NaH(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$

(d) $2NO_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow NO_2^-(aq) + NO_3^-(aq) + H_2O(l)$

حل

تعامل (a) میں مرکب نائٹرک آکسائڈ، عنصری اشیا نائٹروجن اور آکسیجن کے اتحاد سے تشکیل پاتا ہے، اس لیے یہ اتحادی تحویل تکسید تعامل کی مثال ہے۔ تعامل (b) میں لیڈ نائٹریٹ کا تین اجزا میں ٹوٹنا شامل ہے، اس لیے اسے تحلیلی تحویل تکسید تعامل کے تحت درجہ بند کیا جاتا ہے۔ تعامل (c) میں پانی کی ہائڈروجن، ہائڈرائڈ آین کے ذریعے ہٹا کر ڈائی ہائڈروجن گیس میں تبدیل کی گئی ہے۔ اسے ہٹاؤ تحویل تکسید تعامل کہا جا سکتا ہے۔ تعامل (d) میں

کسری تکسیدی عدد کا متناقض (The Paradox of Fractional Oxidation Number)

کبھی کبھی کچھ ایسے مرکبات ہمارے سامنے آتے ہیں، جن میں موجود کسی ایک خاص عنصر کا تکسیدی عدد کسر میں ہوتا ہے۔ مثالیں ہیں:

C_3O_2 [جہاں کاربن کا تکسیدی عدد (4/3) ہے]

Br_3O_8 [جہاں برومین کا تکسیدی عدد (16/3)]

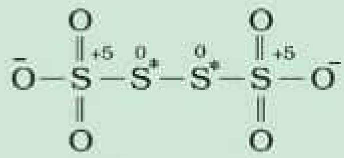
$Na_2S_4O_6$ [جہاں سلفر کا تکسیدی عدد (2.5) ہے]

ہم جانتے ہیں کہ کسری تکسیدی عدد کا تصور کچھ قابل قبول نہیں ہے، کیونکہ الیکٹرانوں کی کبھی بھی کسر میں نہ تو حصہ داری ہوتی ہے اور نہ منتقلی۔ دراصل یہ کسری تکسیدی حالت اس عنصر کی اوسط تکسیدی حالت ہے اور ساختی پیرامیٹر یہ ظاہر کرتے ہیں کہ وہ عنصر جس کے لیے کسری تکسیدی حالت پائی جاتی ہے، مختلف تکسیدی حالتوں میں موجود ہے۔ C_3O_2، Br_3O_8 اور $S_4O_6^{2-}$ انواع کی ساخت مندرجہ ذیل بندشی صورتیں ظاہر کرتی ہے:

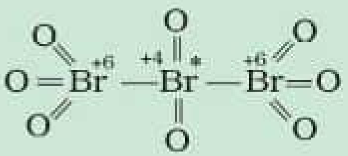
$$O=\overset{+2}{C}=\overset{0}{C^*}=\overset{+2}{C}=O$$

C_3O_2 کی ساخت

(کاربن سب آکسائڈ)



$S_4O_6^{2-}$ کی ساخت (ٹیٹرا تھایونیٹ آین)



Br_3O_8 کی ساخت (ٹرائی بروموآکٹا آکسائڈ)

ہر وہ نوع جس میں عنصر پر * بنایا گیا ہے، وہ اس نوع میں اسی عنصر کے باقی ایٹموں سے مختلف تکسیدی حالت (تکسیدی عدد) ظاہر کر رہا ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ C_3O_2 میں دو کاربن ایٹم میں سے ہر ایک 2+ تکسیدی حالت میں ہے جبکہ تیسرا صفر تکسیدی حالت میں ہے اور اوسط 4/3 ہے۔ حالانکہ حقیقی تصویر یہ ہے کہ 2+ دو کناروں کے کاربن ایٹموں کے لیے اور صفر درمیانی کاربن ایٹم کے لیے ہے۔ اسی طرح Br_3O_8 میں کنارے کے دونوں برومین ایٹموں میں سے ہر ایک ایٹم 6+ تکسیدی حالت میں موجود ہے جبکہ درمیانی برومین ایٹم 4+ تکسیدی حالت میں ہے ایک بار پھر اوسط جو حقیقت سے مختلف ہے، 16/3 ہے۔ اسی طرح، نوع $S_4O_6^{2-}$ کے چار تکسیدی اعداد کا اوسط 2.5 ہے، جبکہ حقیقت میں ہر ایک سلفر ایٹم کا تکسیدی عدد بالترتیب 5+، 0، 0 اور 5+ ہے۔

اس لیے ہم یہ عمومی نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ کسری تکسیدی حالت کے تصور کو سوچ سمجھ کر قبول کرنا چاہیے اور حقیقت صرف ساخت سے ہی ظاہر ہوتی ہے۔ مزید، جب بھی کسی نوع میں کسی خاص عنصر کی کسری تکسیدی حالت ہمارے سامنے آئے تو ہمیں یہ سمجھ لینا چاہیے کہ یہ صرف اوسط تکسیدی عدد ہے۔ حقیقت میں (جو صرف ساخت سے سامنے آتی ہے) اس مخصوص نوع میں وہ عنصر ایک سے زیادہ مکمل عدد تکسیدی حالتوں میں پایا جاتا ہے۔ Fe_3O_4، Mn_3O_4، Pb_3O_4 کچھ ایسے مرکبات کی اور مثالیں ہیں، جو آمیزشی آکسائڈ ہیں اور جن میں دھاتی ایٹم کی کسری تکسیدی حالت سامنے آتی ہے۔ بہرحال، تکسیدی حالتیں کسر میں ہو سکتی ہیں جیسے O_2^+ اور O_2^- میں، جہاں یہ بالترتیب ½+ اور ½- ہیں۔

NO_2 (+4 حالت) کی NO_2^- (+3 حالت) اور NO_3^- (حالت +5) میں غیر تناسب کاری شامل ہے۔ اس لیے تعامل (d) غیر تناسب کاری تحویل تکسید تعامل کی شکل ہے۔

مسئلہ 8.7

مندرجہ ذیل تعاملات مختلف کیوں ہیں؟

$Pb_3O_4 + 8HCl \rightarrow 3PbCl_2 + Cl_2 + 4H_2O$

اور

$Pb_3O_4 + 4HNO_3 \rightarrow 2Pb(NO_3)_2 + PbO_2 + 2H_2O$

حل

Pb_3O_4 دراصل، PbO کے 2 مول اور PbO_2 کے ایک مول کا تناسب پیمائی آمیزہ (Stoichiometric Mixture) ہے۔ PbO_2 میں لیڈ (Pb) +4 تکسیدی حالت میں ہوتا ہے جبکہ PbO میں لیڈ کی مستحکم تکسیدی حالت +2 ہے۔ اس لیے PbO_2 ایک تکسید کار کے طور پر کام کر سکتا ہے اور HCl کے Cl^- آین کی تکسید کلورین میں کر سکتا ہے۔ ہمیں یہ بھی ذہن میں رکھنا چاہیے کہ PbO ایک اساسی آکسائڈ ہے۔ اس لیے تعامل:

$$Pb_3O_4 + 8HCl \rightarrow 3PbCl_2 + Cl_2 + 4H_2O$$

کو دو تعاملات میں توڑا جا سکتا ہے جو مندرجہ ذیل ہیں:

$$PbO + 4HCl \rightarrow 2PbCl_2 + 2H_2O$$

(تیزاب–اساس تعامل)

$$\overset{+4}{Pb}O_2 + 4H\overset{-1}{Cl} \rightarrow \overset{+2}{Pb}Cl_2 + \overset{0}{Cl_2} + 2H_2O$$

(تحویل تکسید تعامل)

کیونکہ HNO_3 ایک تکسیدی ایجنٹ ہے اس لیے اس کی امید کم ہے کہ PbO_2 اور HNO_3 کے مابین تعامل ہو لیکن پھر بھی PbO اور HNO_3 کے درمیان تیزاب اساس تعامل ہوتا ہے:

$$2PbO + 4HNO_3 \rightarrow 2Pb(NO_3)_2 + 2H_2O$$

یہ PbO_2 کی HNO_3 کے مقابل منفعل (Passive) فطرت ہے جو اس تعامل کو HCl کے ساتھ ہونے والے تعامل سے مختلف بناتی ہے۔

8.3.2 تحویل تکسید تعاملات کو متوازن کرنا (Balancing of Redox Reactions)

تحویل تکسید عملوں کی کیمیائی مساواتوں کو متوازن کرنے کے لیے دو طریقے استعمال کیے جاتے ہیں۔ ان میں سے ایک طریقہ تحویلی ایجنٹ اور تکسیدی ایجنٹ کے تکسیدی عدد میں تبدیلی پر مبنی ہے اور دوسرا طریقہ تحویل تکسید تعامل کو دو نصف تعاملات میں علیحدہ کرنے پر مبنی ہے ایک وہ جس میں تکسید شامل ہو اور دوسرا جس میں تحویل۔ یہ دونوں طریقے رائج ہیں اور اب یہ استعمال کرنے والے کی انفرادی پسند ہے کہ وہ ان میں سے کون سا طریقہ استعمال کرے۔

(a) تکسیدی عدد طریقہ (Oxidation Number Method): تکسید تحویل تعاملات کے لیے مساوات لکھتے وقت، دوسرے تعاملات کی طرح ہی متعامل اشیا اور ماحصل اشیا کی ترکیب (Compositions) اور فارمولے معلوم ہونا چاہئیں۔ تکسیدی عدد طریقہ کی وضاحت مندرجہ ذیل اقدامات کے ذریعے کی جا سکتی ہے۔

قدم 1: ہر ایک متعامل اور ماحصل کے لیے درست فارمولا لکھئے۔

قدم 2: تعامل میں شامل تمام عناصر کو تکسیدی عدد تفویض کر کے ان ایٹموں کو شناخت کیجیے جن کے تکسیدی عدد تعامل میں تبدیل ہوئے ہیں۔

قدم 3: فی ایٹم اور اس مکمل سالمہ آین کے لیے جس میں یہ تبدیلی ہوئی ہے، تکسیدی عدد میں اضافہ یا کمی کا حساب لگائیے۔ اگر یہ مساوی نہیں ہیں تو مناسب ضربیوں سے ضرب کیجیے تاکہ یہ مساوی ہو جائیں۔ اگر آپ کو محسوس ہو کہ دو اشیا تحویل ہوئی ہیں اور کسی شے کی تکسید نہیں ہوئی ہے، یا اس کے برخلاف، تو ضرور کہیں غلطی ہے۔ یا تو متعاملات اور ماحصلات کے فارمولے غلط ہیں یا تکسیدی اعداد درست تفویض نہیں کیے گئے ہیں۔

قدم 4: آینوں کی شمولیت متعین کیجیے۔ اگر تعامل پانی میں ہو رہا ہے تو عبارت میں مناسب سمت میں H^+ یا OH^- آینوں کا اضافہ کیجیے تاکہ متعاملات اور ماحصلات کا کل آینی چارج مساوی ہو۔ اگر تعامل تیزابی محلول میں ہو رہا ہے تو مساوات میں H^+ آین استعمال کیجیے اور اگر اساسی محلول میں ہو رہا ہے تو OH^- آین استعمال کیجیے۔

قدم 5: عبارت کے دونوں طرف ہائڈروجن ایٹموں کی تعداد کو مساوی کیجیے۔ اس کے لیے متعاملات اور ماحصلات میں پانی (H_2O) کے سالمات

شامل کیجیے۔ اب آکسیجن کے ایٹموں کی تعداد کی بھی جانچ کیجیے۔ اگر متعامل اور ماحصلات میں آکسیجن ایٹموں کی تعداد یکساں ہے، تو مساوات ایک متوازن تحویل تکسید تعامل کو ظاہر کرتی ہے۔

آیئے اس طریقہ میں شامل اقدامات کی وضاحت ہم درج ذیل مسئلوں کی مدد سے کرتے ہیں۔

مسئلہ 8.8

پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ (VI)، $K_2Cr_2O_7$ کے سوڈیم سلفائٹ Na_2SO_3 کے ساتھ تیزابی محلول میں تعامل سے کرومیم (III) آین اور سلفیٹ آین بنانے کے لیے نیٹ آینی مساوات لکھیے۔

حل

قدم 1: آینی مساوات کا خاکہ مندرجہ ذیل ہے

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + SO_3^{2-}(aq) \rightarrow Cr^{3+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

قدم 2: Cr اور S کو تکسیدی اعداد تفویض کیجیے

$$\overset{+6\ -2}{Cr_2O_7^{2-}}(aq) + \overset{+4\ -2}{SO_3^{2-}}(aq) \rightarrow \overset{+3}{Cr}(aq) + \overset{+6\ -2}{SO_4^{2-}}(aq)$$

یہ ظاہر کرتا ہے کہ ڈائی کرومیٹ آین تکسید کار ہے اور سلفائٹ آین تحویل کار ہے۔

قدم 3: تکسیدی عدد میں اضافے اور کمی کا حساب لگایئے اور انھیں مساوی بنایئے: قدم 2 سے ہم یہ مشاہدہ کرسکتے ہیں کہ کرومیم اور سلفر کی تکسیدی حالت میں تبدیلی آرہی ہے۔ کرومیم کی تکسیدی حالت 6+ سے 3+ میں تبدیلی ہوگئی۔ RHS میں کرومیم کی تکسیدی حالت میں 3+ کی کمی آئی۔ سلفر کی تکسیدی حالت 4+ سے 2+ کا اضافہ ہوا۔ تکسیدی حالتوں میں کمی اور اضافہ کی تبدیلی کو مساوی بنانے کے لیے دائیں جانب (RHS) پر کرومیم سے پہلے 2 لکھیں اور سلفر سے پہلے 3 لکھیں اور پھر دونوں جانب ایٹموں کو متوازن کریں۔ اس سے ہمیں حاصل ہوگا کہ

$$\overset{+6\ -2}{Cr_2O_7^{2-}}(aq) + \overset{+4\ -2}{3SO_3^{2-}}(aq) \rightarrow \overset{+3}{2Cr^{3+}}(aq) + \overset{+6\ -2}{3SO_4^{2-}}(aq)$$

قدم 4: کیونکہ تعامل تیزابی میڈیم میں ہوتا ہے اور مزید یہ کہ دونوں طرف آینی چارج مساوی نہیں ہیں، اس لیے آینی چارج مساوی کرنے کے لیے بائیں طرف $8H^+$ جمع کیجیے۔

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3SO_3^{2-}(aq) + 8H^+ \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq)$$

قدم 5: آخر میں، ہائڈروجن ایٹم شمار کیجیے اور دائیں طرف پانی کے سالمات کی مناسب تعداد (یعنی $4H_2O$) جمع کرکے متوازن تحویل تکسید تبدیلی حاصل کیجیے۔

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3SO_3^{2-}(aq) + 8H^+(aq) \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq) + 4H_2O(l)$$

مسئلہ 8.9

پرمینگنیٹ آین، اساسی میڈیم میں، برومائڈ آین سے تعامل کرکے مینگنیز ڈائی آکسائڈ اور برومیٹ آین دیتا ہے۔ اس تعامل کے لیے متوازن آینی مساوات لکھیے۔

حل

قدم 1: آینی مساوات کا خاکہ مندرجہ ذیل ہے:

$$MnO_4^-(aq) + Br^-(aq) \rightarrow MnO_2(s) + BrO_3^-(aq)$$

قدم 2: Mn اور Br کے لیے تکسیدی اعداد تفویض کیجیے۔

$$\overset{+7}{MnO_4^-}(aq) + \overset{-1}{Br^-}(aq) \rightarrow \overset{+4}{MnO_2}(s) + \overset{+5}{BrO_3^-}(aq)$$

یہ ظاہر کرتا ہے کہ پرمینگنیٹ آین تکسید کار ہے اور برومائڈ آین تحویل کار ہے۔

قدم 3: تکسیدی عدد میں اضافے اور کمی کا حساب لگایئے اور اضافے کو کمی کے مساوی کیجیے۔

$$\overset{+7}{2MnO_4^-}(aq) + \overset{-1}{Br^-}(aq) \rightarrow \overset{+4}{2MnO_2}(s) + \overset{+5}{BrO_3^-}(aq)$$

قدم 4: کیونکہ تعامل اساسی میڈیم میں ہوتا ہے اور دونوں طرف آینی چارج مساوی نہیں ہیں اس لیے دائیں طرف $2OH^-$ آین جمع کرکے آینی چارج مساوی کیجیے۔

$$2MnO_4^-(aq) + Br^-(aq) \rightarrow 2MnO_2(s) + BrO_3^-(aq) + 2OH^-(aq)$$

قدم 5: اب ہائڈروجن ایٹم شمار کیجیے اور پانی کے سالمات کی مناسب تعداد (یعنی کہ ایک H_2O سالمہ)، بائیں طرف جمع کرکے متوازن تحویل تکسید تبدیلی حاصل کیجیے:

$$2MnO_4^-(aq) + Br^-(aq) + H_2O(l) \rightarrow 2MnO_2(s) + BrO_3^-(aq) + 2OH^-(aq)$$

(b) نصف تعامل طریقہ (Half Reaction Method): اس طریقے میں، دو نصف مساواتوں کو الگ الگ متوازن کیا جاتا ہے اور پھر انہیں جوڑ کر متوازن مساوات حاصل کی جاتی ہے۔

فرض کیجیے ہمیں Fe^{2+} آینوں کی ڈائی کرومیٹ آینوں $(Cr_2O_7)^{2-}$ کے ذریعے، تیزابی میڈیم میں Fe^{3+} آینوں میں تکسید دکھانے والی مساوات کو متوازن کرنا ہے۔ اس تعامل میں $Cr_2O_7^{2-}$ آین، Cr^{3+} آینوں میں تحویل ہوجاتے ہیں۔ اس عمل میں مندرجہ ذیل اقدامات شامل ہیں:

قدم 1: تعامل کے لیے آینی شکل میں غیر متوازن مساوات لکھیے:

$$Fe^{2+}(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + Cr^{3+}(aq) \quad (8.50)$$

قدم 2: اس مساوات کو نصف تعاملات میں علیحدہ کیجیے:

تکسید نصف: $\overset{+2}{Fe^{2+}}(aq) \rightarrow \overset{+3}{Fe^{3+}}(aq)$ (8.51)

تحویل نصف: $\overset{+6\ -2}{Cr_2O_7^{2-}}(aq) \rightarrow \overset{+3}{Cr^{+3}}(aq)$ (8.52)

قدم 3: O اور H کے علاوہ تمام ایٹموں کو ہر ایک نصف تعامل میں انفرادی طور پر متوازن کیجیے۔ یہاں تکسید نصف تعامل پہلے ہی Fe ایٹموں کے لیے متوازن ہے۔ تحویل نصف تعامل کے لیے، ہم Cr ایٹموں کو متوازن کرنے کے لیے Cr^{3+} کو 2 سے ضرب کرتے ہیں۔

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) \rightarrow 2\,Cr^{3+}(aq) \quad (8.53)$$

قدم 4: تیزابی میڈیم میں ہونے والے تعاملات کے لیے O ایٹموں کو متوازن کرنے کے لیے H_2O جمع کیجیے اور H ایٹموں کو متوازن کرنے کے لیے H^+ جمع کیجیے۔ اس طرح ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) \rightarrow 2\,Cr^{3+}(aq) + 7H_2O\,(l) \quad (8.54)$$

قدم 5: نصف تعامل کے ایک طرف الیکٹران جمع کرکے چارج کو متوازن کیجیے۔ اگر ضرورت ہو تو کسی ایک یا دونوں نصف تعاملات کو کسی مناسب ضریب سے ضرب کرکے دونوں نصف تعاملات میں الیکٹرانوں کی تعداد مساوی کیجیے۔

اس طرح چارج کو متوازن کرنے کے لیے تکسید نصف تعامل کو دوبارہ یوں لکھا جاتا ہے:

$$Fe^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + e^- \quad (8.55)$$

اب تحویل نصف تعامل میں بائیں طرف کل 12 مثبت چارج ہیں جبکہ دائیں طرف کل 6 مثبت چارج ہیں۔ اس لیے ہم بائیں طرف 6 الیکٹران جوڑ دیتے ہیں۔

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O\,(l) \quad (8.56)$$

دونوں نصف تعاملات میں، الیکٹرانوں کی تعداد مساوی کرنے کے لیے، ہم تکسیدی نصف تعامل کو 6 سے ضرب کرکے دوبارہ لکھتے ہیں:

$$6Fe^{2+}(aq) \rightarrow 6Fe^{3+}(aq) + 6e^- \quad (8.57)$$

قدم 6: پورا تعامل حاصل کرنے کے لیے ہم دونوں نصف تعاملات کو جمع کر دیتے ہیں اور دونوں طرف الیکٹرانوں کی تنسیخ کر دیتے ہیں۔ اس سے ہمیں نیٹ آینی مساوات حاصل ہوجاتی ہے:

$$6Fe^{2+}(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) \rightarrow 6\,Fe^{3+}(aq) + 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l) \quad (8.58)$$

قدم 7: تصدیق کیجیے کہ مساوات میں دونوں طرف ایٹموں کی یکساں قسم اور یکساں تعداد ہے اور یکساں چارج ہیں۔ یہ آخری تصدیق ظاہر کرتی ہے کہ مساوات ایٹموں کی تعداد اور چارجوں کے لحاظ سے مکمل طور پر متوازن ہے۔

ایک اساسی میڈیم میں تعامل کے لیے، پہلے جیسا کہ تیزابی میڈیم میں کیا تھا، ایٹموں کو متوازن کیجیے۔ پھر ہر ایک H^+ آین کے لیے مساوات میں دونوں طرف OH^- آینوں کی مساوی تعداد جمع کیجیے۔ جہاں H^+ اور OH^- مساوات کے ایک ہی جانب نظر آتے ہیں انہیں متحد کرکے H_2O لکھیے۔

مسئلہ 8.10

پرمینگنیٹ (VII) آین (MnO_4^-) اساسی محلول میں آیوڈائڈ آین I^- کی تکسید کرکے سالماتی آیوڈین (I_2) اور مینگنیز (IV) آکسائڈ (MnO_2) بناتا ہے۔ اس تحویل تکسید تعامل کو ظاہر کرنے کے لیے متوازن آینی مساوات لکھیے۔

حل

قدم 1: پہلے ہم آینی مساوات کا خاکہ لکھتے ہیں، جو اس طرح ہے:

$$MnO_4^-(aq) + I^-(aq) \rightarrow MnO_2(s) + I_2(s)$$

قدم 2: دو نصف تعاملات ہیں:

تکسید نصف: $\overset{-1}{I^-}(aq) \rightarrow \overset{0}{I_2}(s)$

8.3.3 تحویل تکسید تعاملات ٹائٹریشن کی بنیاد کے طور پر (Redox Reactions as the Basis for Titrations)

تیزاب-اساس نظاموں میں ہمارا واسطہ ٹائٹریشن کے طریقے سے پڑتا ہے جس میں ایک محلول کی طاقت (Strength) دوسرے محلول کی طاقت کے مقابلے میں، ایک pH حساس انڈیکیٹر (Indicator) استعمال کرتے ہوئے، معلوم کی جاتی ہے۔ اسی طرح تحویل تکسید نظاموں میں، تحویل تکسید حساس انڈیکیٹر استعمال کرتے ہوئے، ایک تحویل کار/تکسید کار کی طاقت معلوم کرنے کے لیے بھی ٹائٹریشن کا طریقہ استعمال کیا جا سکتا ہے۔ تحویل تکسید ٹائٹریشن میں انڈیکیٹر کے استعمال کی وضاحت ذیل میں کی گئی ہے۔

(i) ایک صورت میں ریجنٹ (Reagent) خود شدید رنگین ہوتا ہے، مثلاً، پر مینگنیٹ آئن (Permanganate Ion)، MnO_4^- یہاں MnO_4^- ازخود انڈیکیٹر (Self indicator) کے طور پر کام کرتا ہے۔ اس صورت میں نظر آنے والا آخری نقطہ اس وقت حاصل ہوتا ہے جب تحویل کار کے بالکل آخری حصہ (Fe^{2+} یا $C_2O_4^{2-}$) کی بھی تکسید ہو جاتی ہے اور گلابی رنگ کی پہلی جھلک نظر آتی ہے، جبکہ MnO_4^- کا ارتکاز 10^{-6} mol dm^{-3} (10^{-6}mol L^{-1}) جتنا کم ہوتا ہے۔ اس طرح معادل نقطہ سے بس کم ترین زائد ہونے کو یقینی بنایا جا سکتا ہے۔ معادل نقطہ وہ ہے، جہاں پر تحویل کار اور تکسید کار مول تناسب پیمائی کے لحاظ سے مساوی ہوتے ہیں۔

(ii) اگر کوئی ڈرامائی ازخود۔ رنگ تبدیلی نہیں ہوتی (جیسا کہ MnO_4^- ٹائٹریشن میں ہوئی تھی) تو ایسے انڈیکیٹر بھی ہیں جو متعامل کے آخری جز کے ختم ہوتے ہی فوراً تکسید ہو جاتے ہیں اور ایک ڈرامائی انداز میں رنگ کی تبدیلی ہوتی ہے۔ اس کی سب سے عمدہ مثال $Cr_2O_7^{2-}$ ہے، جو خود انڈیکیٹر تو نہیں ہے لیکن انڈیکیٹر ڈائی فینائل امین (Diphenylamine) کی معادل نقطہ کے فوراً بعد تکسید کر کے ایک گہرا نیلا رنگ دیتا ہے، اور اس طرح آخری نقطہ کی نشاندہی کرتا ہے۔

(iii) ایک اور دلچسپ اور عام طریقہ بھی ہے۔ اس کا استعمال ان متعاملات تک محدود ہے جو I^- آئنوں کی تکسید کرنے کے اہل ہیں، جیسے $Cu(II)$:

تحویل نصف: $\overset{+7}{MnO_4^-}(aq) \rightarrow \overset{+4}{MnO_2}(s)$

قدم 3: تکسید نصف تعامل میں I ایٹموں کو متوازن کرنے کے لیے، ہم اسے دوبارہ لکھتے ہیں:

$$2I^-(aq) \rightarrow I_2(s)$$

قدم 4: تحویل نصف تعامل میں O ایٹموں کو متوازن کرنے کے لیے، ہم دائیں طرف دو پانی کے سالمات جمع کرتے ہیں:

$$MnO_4^-(aq) \rightarrow MnO_2(s) + 2H_2O(l)$$

H ایٹموں کو متوازن کرنے کے لیے ہم بائیں طرف چار H^+ آین جمع کرتے ہیں۔

$$MnO_4^-(aq) + 4H^+(aq) \rightarrow MnO_2(s) + 2H_2O(l)$$

کیونکہ تعامل ایک اساسی محلول میں ہوتا ہے، چار H^+ آینوں کے لیے ہم مساوات میں دونوں طرف چار OH^- آین جمع کرتے ہیں:

$$MnO_4^-(aq) + 4H^+(aq) + 4OH^-(aq) \rightarrow MnO_2(s) + 2H_2O(l) + 4OH^-(aq)$$

H^+ اور OH^- آینوں کی جگہ پانی (H_2O) لکھنے پر:

$$MnO_4^-(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow MnO_2(s) + 4OH^-(aq)$$

قدم 5: اس قدم میں ہم دونوں نصف تعاملات کے چارج کو متوازن کرتے ہیں:

$$2I^-(aq) \rightarrow I_2(s) + 2e^-$$

$$MnO_4^-(aq) + 2H_2O(l) + 3e^- \rightarrow MnO_2(s) + 4OH^-(aq)$$

اب الیکٹرانوں کی تعدا کو مساوی کرنے کے لیے ہم تکسید نصف تعامل کو 3 سے اور تحویل نصف تعامل کو 2 سے ضرب کرتے ہیں:

$$6I^-(aq) \rightarrow 3I_2(s) + 6e^-$$

$$2MnO_4^-(aq) + 4H_2O(l) + 6e^- \rightarrow 2MnO_2(s) + 8OH^-(aq)$$

قدم 6: دونوں نصف تعاملات کو جمع کیجیے اور دونوں طرف الیکٹرانوں کی تنسیخ کر کے نیٹ تعامل حاصل کیجیے۔

$$6I^-(aq) + 2MnO_4^-(aq) + 4H_2O(l) \rightarrow 3I_2(s) + 2MnO_2(s) + 8OH^-(aq)$$

قدم 7: آخری تصدیق یہ ظاہر کرتی ہے کہ مساوات دونوں طرف ایٹموں کی تعداد اور برقی چارج کے لحاظ سے متوازن ہے۔

$$2Cu^{2+}(aq) + 4I^-(aq) \rightarrow Cu_2I_2(s) + I_2(aq) \quad (8.59)$$

یہ طریقہ اس حقیقت پر مبنی ہے کہ آیوڈین بذاتِ خود اسٹارچ (Starch) کے ساتھ گہرا نیلا رنگ دیتی ہے اور تھایوسلفیٹ آینوں (Thiosulphate Ions) $S_2O_3^{2-}$ کے ساتھ اس کا ایک مخصوص تعامل ہے جو ایک تحویل تکسید تعامل ہے:

$$I_2(aq)+2S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq) \quad (8.60)$$

I_2، حالانکہ پانی میں حل پذیر نہیں ہے، البتہ اس محلول میں جس میں KI ہوتا ہے، KI_3 کی شکل میں باقی رہتی ہے۔

Cu^{2+} آینوں کے آیوڈائڈ آینوں سے تعامل کے ذریعے آیوڈین کے نکلنے کے بعد اسٹارچ ڈالنے پر، ایک گہرا نیلا رنگ دکھائی دیتا ہے۔ یہ رنگ، تھایوسلفیٹ آینوں کے ذریعے آیوڈین کو جذب کرتے ہی غائب ہو جاتا ہے۔ اس طرح آخری نقطہ کا باآسانی پتہ لگایا جاسکتا ہے اور صرف تناسب پیمائی کی تحسیب باقی رہ جاتی ہے۔

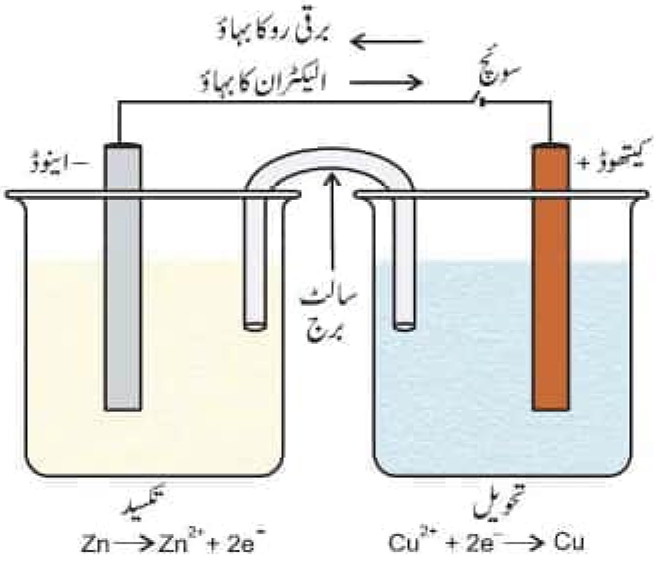
8.3.4 تکسیدی عدد کے تصور کی حدود (Limitations of Concept of Oxidation Number)

جیسا کہ آپ مندرجہ بالا بحث میں دیکھ چکے ہیں، تحویل تکسید کے تصور کا ارتقاء وقت کے ساتھ ساتھ ہوتا رہا ہے۔ ارتقاء کا یہ عمل ابھی بھی جاری ہے۔ دراصل، ماضی قریب میں عمل تکسید کو تعامل میں شامل ایٹموں کے گرد، الیکٹران کثافت میں کمی اور عمل تحویل کو الیکٹران کثافت میں اضافہ کے طور پر سمجھنے کی کوشش کی جارہی ہے۔

8.4 تحویل تکسید تعاملات اور الیکٹروڈ عمل (Redox Reactions and Electrode Processes)

تعامل (8.15) کے نظریی تجربات کا مشاہدہ زنک چھڑ کو کاپر سلفیٹ محلول میں ڈبا کر بھی کیا جا سکتا ہے۔ تحویل تکسید تعامل ہوتا ہے اور تعامل کے دوران، زنک کی تکسید ہو کر زنک آین بنتے ہیں اور کاپر آین تحویل ہو کر دھاتی کاپر دیتے ہیں، یہ عمل زنک سے کاپر آین پر براہِ راست الیکٹرانوں کی منتقلی کے باعث ہوتا ہے۔ اس تعامل کے دوران حرارت بھی نکلتی ہے۔ اب ہم تجربے میں اس طرح ترمیم کرتے ہیں کہ اس تحویل تکسید تعامل کے لیے الیکٹرانوں کی منتقلی بالواسطہ ہوتی ہے۔ اس کے لیے ضروری ہو جاتا ہے کہ زنک دھات کو کاپر سلفیٹ محلول سے علیحدہ کیا جائے۔ ہم ایک بیکر میں کاپر سلفیٹ محلول لیتے ہیں اور اس میں ایک کاپر کی پتی یا چھڑ رکھتے ہیں۔ ہم ایک دوسرے بیکر میں زنک سلفیٹ محلول لیتے ہیں اور اس کے اندر ایک زنک کی پتی یا چھڑ رکھ دیتے ہیں۔ اب دونوں میں سے کسی ایک بیکر میں تعامل ہوتا ہے اور ہر ایک بیکر میں دھات اور اس کے نمک محلول کے انٹرفیس پر یکساں نوع کی تکسید شدہ اور تحویل شدہ شکلیں موجود ہیں۔ یہ تکسید اور تحویل نصف تعاملات میں انواع کی نمائندگی کرتی ہیں۔ ایک تکسید تحویل جفتہ (Redox Couple) کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ اس میں ایک تکسید یا تحویل نصف تعامل میں حصہ لے رہی شے کی تکسید شدہ اور تحویل شدہ دونوں شکلیں ساتھ ساتھ ہوتی ہیں۔

اسے ظاہر کرنے کے لیے تکسید شدہ شکل کو تحویل شدہ شکل سے ایک کھڑی لائن یا ترچھی لائن سے علیحدہ کیا جاتا ہے (مثلاً ٹھوس/محلول)۔ مثال کے طور پر اس تجربے میں دو تحویل تکسید جفتہ اس طرح ظاہر کیے جاتے ہیں: Zn^{2+}/Zn اور Cu^{2+}/Cu دونوں صورتوں میں تکسید شدہ شکل کو تحویل شدہ شکل سے پہلے (بائیں طرف) لکھا جاتا ہے۔ اب ہم



شکل **8.3** ڈینیل سیل کا سیٹ۔ اپ۔ Zn کی تکسید سے اینوڈ پر پیدا ہوئے الیکٹران، باہری سرکٹ کے ذریعے کیتھوڈ پر پہنچتے ہیں، جہاں وہ کاپر آینوں کی تحویل کرتے ہیں۔ سیل کے اندر سرکٹ، سالٹ برج سے ہوتے ہوئے آینوں کی منتقلی کے ذریعے مکمل ہوتا ہے۔ یہ نوٹ کیا جا سکتا ہے کہ کرنٹ کی سمت الیکٹرانوں کے بہاؤ کی سمت کے مخالف ہے۔

جدول 8.1: 298K پر معیاری الیکٹروڈ مضمر

آین آبی انواع اور H_2O مائع کے طور پر موجود ہیں۔ گیسوں اور ٹھوسوں کو بالترتیب g اور S سے ظاہر کیا گیا ہے۔

(↑ تحویلی ایجنٹ کی بڑھتی ہوئی طاقت؛ ↓ تکسیدی ایجنٹ کی بڑھتی ہوئی طاقت)

تعامل (تکسید شدہ شکل + ne^-	→ تحویل شدہ شکل)	$E^\ominus$ / V
$F_2(g) + 2e^-$	$\rightarrow 2F^-$	2.87
$Co^{3+} + e^-$	$\rightarrow Co^{2+}$	1.81
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^-$	$\rightarrow 2H_2O$	1.78
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^-$	$\rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	1.51
$Au^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Au(s)$	1.40
$Cl_2(g) + 2e^-$	$\rightarrow 2Cl^-$	1.36
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^-$	$\rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1.33
$O_2(g) + 4H^+ + 4e^-$	$\rightarrow 2H_2O$	1.23
$MnO_2(s) + 4H^+ + 2e^-$	$\rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	1.23
$Br_2 + 2e^-$	$\rightarrow 2Br^-$	1.09
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^-$	$\rightarrow NO(g) + 2H_2O$	0.97
$2Hg^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Hg_2^{2+}$	0.92
$Ag^+ + e^-$	$\rightarrow Ag(s)$	0.80
$Fe^{3+} + e^-$	$\rightarrow Fe^{2+}$	0.77
$O_2(g) + 2H^+ + 2e^-$	$\rightarrow H_2O_2$	0.68
$I_2(s) + 2e^-$	$\rightarrow 2I^-$	0.54
$Cu^+ + e^-$	$\rightarrow Cu(s)$	0.52
$Cu^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Cu(s)$	0.34
$AgCl(s) + e^-$	$\rightarrow Ag(s) + Cl^-$	0.22
$AgBr(s) + e^-$	$\rightarrow Ag(s) + Br^-$	0.10
$2H^+ + 2e^-$	**$\rightarrow H_2(g)$**	**0.00**
$Pb^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Pb(s)$	–0.13
$Sn^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Sn(s)$	–0.14
$Ni^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Ni(s)$	–0.25
$Fe^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Fe(s)$	–0.44
$Cr^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Cr(s)$	–0.74
$Zn^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Zn(s)$	–0.76
$2H_2O + 2e^-$	$\rightarrow H_2(g) + 2OH^-$	–0.83
$Al^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Al(s)$	–1.66
$Mg^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Mg(s)$	–2.36
$Na^+ + e^-$	$\rightarrow Na(s)$	–2.71
$Ca^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Ca(s)$	–2.87
$K^+ + e^-$	$\rightarrow K(s)$	–2.93
$Li^+ + e^-$	$\rightarrow Li(s)$	–3.05

1۔ منفی $E^\ominus$ کا مطلب ہے کہ تحویل تکسید جفتہ، H^+/H_2 جفتہ کے مقابلے میں زیادہ طاقتور تحویلی ایجنٹ ہے۔

2۔ مثبت $E^\ominus$ کا مطلب ہے کہ تحویل تکسید جفتہ H^+/H_2 جفتہ کے مقابلے میں کمزور تحویلی ایجنٹ ہے۔

جس بیکر میں کاپر سلفیٹ محلول ہے اور جس بیکر میں زنک سلفیٹ محلول ہے، ان دونوں کو پاس پاس رکھ دیتے ہیں (شکل 8.3)۔ ہم دونوں بیکر کے محلول میں سالٹ برج (یہ ایک U ٹیوب ہوتی ہے، جس میں پوٹاشیم کلورائڈ یا امونیم نائٹریٹ کا محلول ہوتا ہے۔ اس محلول کو عام طور سے اگر-اگر (Agar-agar) کے ساتھ ابال کر ٹھنڈا کر کے جما لیا جاتا ہے، جس سے ایک جیلی (Jelly) جیسی شے مل جاتی ہے)، کے ذریعے منسلک کر دیتے ہیں۔ اس طرح سے دونوں محلول کے درمیان ان کی بغیر آمیزش کے ہی ایک برقی تماس قائم ہو جاتا ہے۔ زنک اور کاپر کی چھڑوں کو ایک دھات کے تار سے جوڑ دیا جاتا ہے، جس میں ایک ایم میٹر اور سوئچ لگانے کی سہولت بھی ہوتی ہے۔ اس سامان کی جو ترتیب شکل 8.3 میں دکھائی گئی ہے، اسے ڈینیل سیل کہتے ہیں۔ جب سوئچ آف حالت میں ہوتا ہے تو کسی بھی بیکر میں کوئی تعامل نہیں ہوتا۔ اور دھاتی تار میں سے کوئی کرنٹ نہیں بہتا۔ جیسے ہی سوئچ کو آن حالت میں لایا جاتا ہے تو مندرجہ ذیل مشاہدات کیے جا سکتے ہیں۔

1۔ اب الیکٹرانوں کی منتقلی Zn سے Cu^{2+} پر، براہ راست نہیں ہوتی بلکہ دونوں چھڑوں کو جوڑنے والے تار کے ذریعے ہوتی ہے، جیسا کہ تیر کے نشان سے ظاہر ہے، جو کرنٹ بہنے کی نشاندہی کرتا ہے۔

2۔ ایک بیکر کے محلول سے دوسرے بیکر کے محلول میں برق کا بہاؤ سالٹ برج سے آئینوں کی منتقلی کے ذریعے ہوتا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ کرنٹ کا بہاؤ اسی وقت ممکن ہے جب کاپر اور زنک چھڑوں جو کہ **الیکٹروڈ** (Electrodes) کہلاتے ہیں، کے درمیان، مضمر فرق (Potential difference) ہو۔

ہر ایک الیکٹروڈ سے وابستہ مضمر، **الیکٹروڈ مضمر** (Electrode Potential) کہلاتا ہے۔ اگر الیکٹروڈ تعامل میں حصہ لے رہی ہر نوع کا ارتکاز اکائی ہو (اگر الیکٹروڈ تعامل میں کوئی گیس شامل ہوتی ہے تو اس کا دباؤ 1 فضائی دباؤ رکھا جاتا ہے) اور مزید یہ کہ تعامل 298K پر کیا جا رہا ہو تو ہر ایک الیکٹروڈ کا مضمر، **"معیاری الیکٹروڈ مضمر"** (StandardElectrode Potential) کہلاتا ہے۔ قرارداد کے مطابق، ہائڈروجن الیکٹروڈ کا معیاری الیکٹروڈ مضمر ($E^\ominus$) 0.00 وولٹ ہے۔ ہر ایک الیکٹروڈ عمل کے لیے الیکٹروڈ مضمر قدر، عمل میں شامل فعال نوع کی تکسید شدہ/تحویل شدہ شکل میں باقی رہنے کے اضافی رجحان کی پیمائش ہے۔ ایک منفی $E^\ominus$ کا مطلب ہے کہ تحویل تکسید جفتہ (Redox Couple) H^+/H_2 جفتہ کے مقابلے میں زیادہ طاقت ور تحویل کار ہے۔ ایک مثبت $E^\ominus$ کا مطلب ہے کہ تحویل تکسید جفتہ، H^+/H_2 جفتہ کے مقابلے میں کمزور تحویل کار ہے۔ معیاری الیکٹروڈ مضمر قدریں بہت اہمیت رکھتی ہیں اور ہم ان سے بہت سی کارآمد معلومات حاصل کر سکتے ہیں۔ کچھ منتخب الیکٹروڈ عملوں (تحویل تعاملات) کے لیے معیاری الیکٹروڈ مضمر قدریں جدول 8.1 (صفحہ 298) میں دی گئی ہیں۔ آپ درجہ XII میں الیکٹروڈ تعاملات اور سیل کے بارے میں مزید سیکھیں گے۔

خلاصہ

تحویل تکسید تعاملات، تعاملات کی ایک اہم قسم ہیں، جن میں تحویل اور تکسید بہ یک وقت ہوتی ہے۔ تین سطحی تصور، یعنی کہ کلاسیکی، الیکٹرانی اور تکسیدی عدد، جو عام طور سے درس میں دستیاب ہے، تفصیل کے ساتھ پیش کیا گیا ہے۔ تکسید، تحویل، تکسیدی ایجنٹ (تکسید کار) اور تحویلی ایجنٹ (تحویل کار) کو ہر ایک نظریہ کے مطابق دیکھا گیا ہے۔ تکسیدی اعداد، قاعدوں کے ہم آہنگ سیٹ (Consistent Set of Rules) کے مطابق تفویض کیے گئے ہیں۔ تکسیدی عدد اور آئن۔ الیکٹران طریقہ دونوں تحویل تکسید تعاملات کی مساواتیں لکھنے کے کارآمد طریقے ہیں۔ تحویل تکسید تعاملات کی چار زمروں میں درجہ بندی کی گئی ہے: اتحادی، تحلیلی، ہٹاؤ اور غیر تناسب کاری تعاملات۔ تحویل تکسید جفتہ اور الیکٹروڈ عمل کے تصور کو یہاں متعارف کرایا گیا ہے۔ تحویل تکسید تعاملات کے الیکٹروڈ عمل اور سیلوں کے مطالعے میں اہم استعمال ہیں۔

مشقیں

8.1 مندرجہ ذیل انواع میں خط کشیدہ عناصر کو تکسیدی عدد تفویض کیجیے۔

(a) $NaH_2\underline{P}O_4$ (b) $NaH\underline{S}O_4$ (c) $H_4\underline{P}_2O_7$ (d) $K_2\underline{Mn}O_4$
(e) $Ca\underline{O}_2$ (f) $Na\underline{B}H_4$ (g) $H_2\underline{S}_2O_7$ (h) $KAl(\underline{S}O_4)_2.12\ H_2O$

8.2 مندرجہ ذیل میں سے ہر ایک کے خط کشیدہ عنصر کا تکسیدی عدد کیا ہے اور آپ اپنے نتیجے کی کیا توجیہہ پیش کرتے ہیں؟

(a) $K\underline{I}_3$ (b) $H_2\underline{S}_4O_6$ (c) $\underline{Fe}_3O_4$ (d) $\underline{C}H_3\underline{C}H_2OH$ (e) $\underline{C}H_3\underline{C}OOH$

8.3 دلیل پیش کیجیے کہ مندرجہ ذیل تعاملات، تحویل تکسید تعاملات ہیں:

(a) $CuO(s) + H_2(g) \rightarrow Cu(s) + H_2O(g)$

(b) $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$

(c) $4BCl_3(g) + 3LiAlH_4(s) \rightarrow 2B_2H_6(g) + 3LiCl(s) + 3\ AlCl_3(s)$

(d) $2K(s) + F_2(g) \rightarrow 2K^+F^-(s)$

(e) $4\ NH_3(g) + 5\ O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$

8.4 فلورین برف سے تعامل کرتی ہے اور نتیجے میں ہونے والی تبدیلی مندرجہ ذیل ہے:

$$H_2O(s) + F_2(g) \rightarrow HF(g) + HOF(g)$$

دلیل پیش کیجیے کہ یہ تعامل، تحویل تکسید تعامل ہے۔

8.5 H_2SO_5، $Cr_2O_7^{2-}$ اور NO_3^- میں سلفر، کرومیم اور نائٹروجن کے تکسیدی عدد کا حساب لگائیے۔ ان مرکبات کی ساخت (Structure) تجویز کیجیے۔ ابہام (Fallacy) کا خیال رکھیے۔

8.6 مندرجہ ذیل مرکبات کے فارمولے لکھیے۔

(a) مرکری (II) کلورائڈ (b) نکل (II) سلفیٹ
(c) ٹن (IV) آکسائڈ (d) تھیلیم (I) سلفیٹ
(e) آئرن (III) سلفیٹ (f) کرومیم (III) آکسائڈ

8.7 ایسی اشیا کی فہرست تجویز کیجیے، جن میں کاربن 4– سے 4+ تک اور نائٹروجن 3– سے 5+ تک تکسیدی حالتیں ظاہر کرتے ہیں۔

8.8 سلفر ڈائی آکسائڈ اور ہائڈروجن پر آکسائڈ اپنے تعاملات میں تحویلی ایجنٹ اور ساتھ ہی ساتھ تکسیدی ایجنٹ کے طور پر حصہ لیتے ہیں، جبکہ اوزون اور نائٹرک ایسڈ صرف تکسید کار کے طور پر حصہ لیتے ہیں۔ کیوں؟

8.9 مندرجہ ذیل تعاملات ملاحظہ کیجیے:

(a) $6\ CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6\ H_{12}\ O_6(aq) + 6O_2(g)$

(b) $O_3(g) + H_2O_2(l) \rightarrow H_2O(l) + 2O_2(g)$

ان تعاملات کو مندرجہ ذیل شکل میں لکھنا کیوں زیادہ مناسب ہے

(a) $6CO_2(g) + 12H_2O(l) \rightarrow C_6\ H_{12}\ O_6(aq) + 6H_2O(l) + 6O_2(g)$

(b) $O_3(g) + H_2O_2\ (l) \rightarrow H_2O(l) + O_2(g) + O_2(g)$

مندرجہ بالا (a) اور (b) تعاملات کے راستے کی تفتیش کرنے کی تکنیک بھی تجویز کیجیے۔

8.10 مرکب AgF_2 ایک غیر مستحکم مرکب ہے۔لیکن اگر تشکیل پاتا ہے تو یہ مرکب بہت طاقتور تکسیدی ایجنٹ کے طور پر کام کرتا ہے۔ کیوں؟

8.11 جب بھی ایک تکسیدی ایجنٹ اور تحویلی ایجنٹ کے درمیان تعامل کرایا جاتا ہے تو ایک زیریں تکسیدی حالت کا مرکب تشکیل پاتا ہے، اگر تحویلی ایجنٹ کی مقدار زیادہ ہوتو، اور اگر تکسیدی ایجنٹ کی مقدار زیادہ ہو تو ایک بالائی تکسیدی حالت کا مرکب تشکیل پاتا ہے۔ تین مثالوں کی مدد سے مندرجہ بالا بیان کو ثابت کیجیے۔

8.12 آپ مندرجہ ذیل مشاہدات کی کیسے وضاحت کریں گے؟

(a) حالانکہ قلوی پوٹاشیم پرمینگنیٹ اور تیزابی پوٹاشیم پرمینگنیٹ دونوں تکسید کار کے طور پر استعمال کیے جاتے ہیں، پھر بھی، ٹولوین (Toluene) سے بینزوئک ایسڈ (Benzoic Acid) تیار کرنے میں ہم تکسید کار کے طور پر قلوی پوٹاشیم پرمینگنیٹ کا استعمال کرتے ہیں۔ کیوں؟ اس تعامل کے لیے متوازن تحویل تکسید مساوات لکھیے۔

(b) جب مرتکز سلفیورک ایسڈ کو ایسے غیر نامیاتی آمیزہ (Inorganic mixture) میں ڈالا جاتا ہے جس میں کلورائڈ شامل ہوتو بے رنگ، تیز بو والی گیس HCl حاصل ہوتی ہے، لیکن اگر آمیزے میں برومائڈ شامل ہوتو برومین کے لال ابخرات حاصل ہوتے ہیں۔ کیوں؟

8.13 مندرجہ ذیل میں سے ہر ایک تعامل میں، تحویل شدہ شے، تکسید شدہ شے، تحویلی ایجنٹ اور تکسیدی ایجنٹ، کی شناخت کیجیے۔

(a) $2AgBr(s) + C_6H_6O_2(aq) \rightarrow 2Ag(s) + 2HBr(aq) + C_6H_4O_2(aq)$

(b) $HCHO(l) + 2[Ag(NH_3)_2]^+(aq) + 3OH^-(aq) \rightarrow 2Ag(s) + HCOO^-(aq) + 4NH_3(aq) + 2H_2O(l)$

(c) $HCHO(l) + 2Cu^{2+}(aq) + 5OH^-(aq) \rightarrow Cu_2O(s) + HCOO^-(aq) + 3H_2O(l)$

(d) $N_2H_4(l) + 2H_2O_2(l) \rightarrow N_2(g) + 4H_2O(l)$

(e) $Pb(s) + PbO_2(s) + 2H_2SO_4(aq) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$

8.14 مندرجہ ذیل تعاملات ملاحظہ کیجیے:

$$2S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(s) \rightarrow S_4O_6^{2-}(aq) + 2I^-(aq)$$

$$S_2O_3^{2-}(aq) + 2Br_2(l) + 5H_2O(l) \rightarrow 2SO_4^{2-}(aq) + 4Br^-(aq) + 10H^+(aq)$$

ایک ہی تحویل کار یعنی تھایوسلفیٹ (Thiosulphate) آیوڈین اور برومین سے مختلف انداز میں کیوں تعامل کرتا ہے؟

8.15 تعاملات لکھتے ہوئے، دلائل پیش کیجیے کہ ہیلوجن (Halogens) میں فلورین سب سے بہتر تکسید کار ہے اور ہائڈروہیلک (Hydrohalic) مرکبات میں، ہائڈروآیوڈک ایسڈ سب سے بہتر تحویل کار ہے۔

8.16 مندرجہ ذیل تعامل کیوں ہوتا ہے؟

$$XeO_6^{4-}(aq) + 2F^-(aq) + 6H^+(aq) \rightarrow XeO_3(g) + F_2(g) + 3H_2O(l)$$

اس تعامل سے مرکب Na_4XeO_6 (جس کا XeO_6^{4-} حصہ ہے) کے بارے میں کیا نتیجہ اخذ کیا جاسکتا ہے۔

8.17 مندرجہ ذیل تعاملات ملاحظہ کیجیے:

(a) $H_3PO_2(aq) + 4AgNO_3(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow H_3PO_4(aq) + 4Ag(s) + 4HNO_3(aq)$

(b) $H_3PO_2(aq) + 2CuSO_4(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow H_3PO_4(aq) + 2Cu(s) + H_3SO_4(aq)$

(c) $C_6H_5CHO(l) + 2[Ag(NH_3)_2]^+(aq) + 3OH^-(aq) \rightarrow C_6H_5COO^-(aq) + 2Ag(s) + 4NH_3(aq) + 2H_2O(l)$

(d) $C_6H_5CHO(l) + 2Cu^{2+}(aq) + 5OH^-(aq) \rightarrow$ کوئی تبدیلی نظر نہیں آتی

ان تعاملات سے آپ Ag^+ اور Cu^{2+} کے طرزِ عمل کے بارے میں کیا نتائج اخذ کرتے ہیں۔

8.18 مندرجہ ذیل تحویل تکسید تعاملات کو آین۔الیکٹران طریقے سے متوازن کیجیے:

(a) $MnO_4^-(aq) + I^-(aq) \rightarrow MnO_2(s) + I_2(s)$ (اساسی میڈیم میں)

(b) $MnO_4^-(aq) + SO_2(g) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + HSO_4^-(aq)$ (تیزابی محلول میں)

(c) $H_2O_2(aq) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + H_2O(l)$ (تیزابی محلول میں)

(d) $Cr_2O_7^{2-} + SO_2(g) \rightarrow Cr^{3+}(aq) + SO_4^{2-}$ (تیزابی محلول میں)

8.19 مندرجہ ذیل مساوات کو اساسی میڈیم میں آین۔الیکٹران طریقے اور تکسیدی عدد طریقے سے متوازن کیجیے۔تکسیدی ایجنٹ اور تحویلی ایجنٹ کی شناخت کیجیے۔

(a) $P_4(s) + OH^-(aq) \rightarrow PH_3(g) + HPO_2^-(aq)$

(b) $N_2H_4(l) + ClO_3^-(aq) \rightarrow NO(g) + Cl^-(g)$

(c) $Cl_2O_7(g) + H_2O_2(aq) \rightarrow ClO_2^-(aq) + O_2(g) + H^+$

8.20 مندرجہ ذیل تعامل سے آپ کس قسم کی معلومات اخذ کر سکتے ہیں؟

$$(CN)_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow CN^-(aq) + CNO^-(aq) + H_2O(l)$$

8.21 Mn^{3+} آین محلول میں غیر مستحکم ہے اور غیر تناسب کاری کے تحت Mn^{2+}، MnO_2 اور H^+ آین دیتا ہے۔اس تعامل کے لیے متوازن آینی مساوات لکھیے۔

8.22 عناصر Cs، Ne، I اور F ملاحظہ کیجیے۔

(a) اس عنصر کی شناخت کیجیے جو صرف منفی تکسیدی حالت ظاہر کرتا ہے۔

(b) اس عنصر کی شناخت کیجیے جو صرف مثبت تکسیدی حالت ظاہر کرتا ہے۔

(c) اس عنصر کی شناخت کیجیے جو مثبت اور منفی دونوں تکسیدی حالتیں ظاہر کرتا ہے۔

(d) اس عنصر کی شناخت کیجیے جو نہ تو مثبت اور نہ ہی منفی تکسیدی حالت ظاہر کرتا ہے۔

8.23 پینے کے پانی کو خالص بنانے (صاف کرنے) میں کلورین استعمال ہوتی ہے۔کلورین کی زیادتی نقصان دہ ہے۔کلورین کی زیادتی کو ختم کرنے کے لیے اس کا سلفر ڈائی آکسائڈ کے ساتھ تعامل کرایا جاتا ہے۔پانی میں ہو رہی اس تحویل تکسید تبدیلی کے لیے متوازن مساوات لکھیے۔

8.24 اپنی کتاب میں دی ہوئی دوری جدول کو دیکھیے اور مندرجہ ذیل سوالات کے جواب دیجیے:

(a) ان ممکنہ غیر دھاتوں کو منتخب کیجیے جو غیر تناسب کاری تعاملات ظاہر کر سکتی ہیں۔

(b) تین دھاتوں کو منتخب کیجیے جو غیر تناسب کاری تعامل ظاہر کر سکتی ہیں۔

8.25 بڑے پیمانے پر نائٹرک ایسڈ تیار کرنے کے اوسٹوالڈ (Ostwald's) طریقے کے پہلے مرحلے میں آکسیجن گیس کے ذریعے امونیا گیس کی تکسید ہوتی ہے اور نائٹرک آکسائڈ گیس اور بھاپ حاصل ہوتی ہے۔صرف 10.00g امونیا اور 20.00g آکسیجن سے شروع کر کے نائٹرک آکسائڈ کا زیادہ سے زیادہ کتنا وزن حاصل کیا جا سکتا ہے؟

8.26 جدول 8.1 میں دیے ہوئے معیاری الیکٹروڈ مضمر کا استعمال کرتے ہوئے پیشین گوئی کیجیے کہ مندرجہ ذیل میں تعامل ہو سکتا ہے یا نہیں۔

(a) $Fe^{3+}(aq)$ اور $I^-(aq)$

(b) $Ag^+(aq)$ اور $Cu(s)$

(c) $Fe^{3+}(aq)$ اور $Cu(s)$

(d) $Ag(s)$ اور $Fe^{3+}(aq)$

(e) $Br_2(aq)$ اور $Fe^{2+}(aq)$

8.27 مندرجہ ذیل میں سے ہر ایک کے الیکٹرولسس کے ماحصل کی پیشین گوئی کیجیے۔

(i) $AgNO_3$ کا آبی محلول، چاندی کے الیکٹروڈ کے ساتھ

(ii) $AgNO_3$ کا آبی محلول، پلاٹینم کے الیکٹروڈ کے ساتھ

(iii) H_2SO_4 کا ڈائی لیوٹ محلول، پلاٹینم کے الیکٹروڈ کے ساتھ

(iv) $CuCl_2$ کا آبی محلول، پلاٹینم کے الیکٹروڈ کے ساتھ

8.28 مندرجہ ذیل دھاتوں کو اس ترتیب میں رکھیے، جس میں وہ ایک دوسرے کو اپنے نمکوں کے محلول سے ہٹاتی ہیں:

Al،Cu،Fe،Mg،Zn

8.29 معیاری الیکٹروڈ مضمر قدریں مندرجہ ذیل ہیں:

$K^+/K = -2.93V$، $Ag^+/Ag = 0.80V$،

$Hg^{2+}/Hg = 0.79V$

$Cr^{3+}/Cr = -0.74V$، $Mg^{2+}/Mg = -2.37V$

ان دھاتوں کو ان کی تحویلی قوت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے۔

8.30 اس گیلوینک سیل کو دکھائیے جس میں مندرجہ ذیل تعامل ہوتا ہے: $Zn(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

مزید یہ بھی دکھائیے کہ

(i) کون سا الیکٹروڈ منفی چارج شدہ ہے

(ii) سیل میں برقی رو کے حامل کون ہیں۔

(iii) ہر ایک الیکٹروڈ پر ہونے والا انفرادی تعامل۔

اکائی 9

ہائڈروجن
(Hydrogen)

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- دوری جدول میں ہائڈروجن کے مقام کے بارے میں رائے پیش کر سکیں؛
- ہائڈروجن کے طرز وقوع چھوٹے اور تجارتی پیمانوں پر ڈائی ہائڈروجن بنانے کے طریقوں کا بیان کر سکیں؛
- واضح کر سکیں کہ کس طرح مختلف عناصر ہائڈروجن کے ساتھ مل کر آینی، سالماتی اور غیر تناسب پیمائی مرکبات بناتے ہیں۔
- یہ بیان کر سکیں کہ اس کی خصوصیات کی جانکاری کا استعمال کس طرح مفید اشیا کی تیاری اور جدید ٹیکنالوجی میں کیا جاسکتا ہے۔
- پانی کی ساخت کو سمجھ سکیں اور اس جانکاری کا استعمال طبیعی اور کیمیائی خصوصیات کی وضاحت کے لیے کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ ماحولیاتی پانی کی کوالٹی اس میں گھلی ہوئی اشیا کی قسم پر کس طرح منحصر ہے، سخت اور نرم پانی کے درمیان فرق کر سکیں اور پانی کو نرم بنانے کا طریقہ سیکھ سکیں۔
- بھاری پانی (Heavy Water) اور اس کی اہمیت کی معلومات حاصل کر سکیں۔
- ہائڈروجن پر آکسائڈ کی ساخت کو سمجھ سکیں، اسے تیار کرنے کے طریقے اور خصوصیات کو سیکھ سکیں تاکہ مفید کیمیائی اشیا تیار کی جاسکیں اور ماحول کو صاف ستھرا رکھا جاسکے۔
- چند مخصوص اصطلاحات کو سمجھ سکیں مثلاً الیکٹران ڈیفیشیئنٹ، الیکٹران پریسائز، الیکٹران رچ، ہائڈروجن معیشت ، ہائڈروجینیشن وغیرہ۔

"ہائڈروجن کائنات میں سب سے زیادہ افراط اور کرۂ ارض پر تیسرا سب سے زیادہ پایا جانے والا عنصر، مستقبل میں توانائی کا بڑا ذریعہ تصور کیا جاتا ہے۔"

(رولڈ ہوف مان)

ہمارے گردوپیش قدرتی ماحول میں پائے جانے والے تمام عناصر میں ہائڈروجن کی ایٹمی ساخت سب سے سادہ ہے۔ اس کے ایٹم میں صرف ایک پروٹان اور ایک الیکٹران ہے۔ عنصری حالت میں یہ دوایٹمی (H_2) سالمہ کے طور پر ہوتا ہے جس کو ڈائی ہائڈروجن کہتے ہیں۔ یہ تمام عناصر کے مقابلہ میں زیادہ مرکبات بناتا ہے۔ کیا آپ جانتے ہیں کہ کرۂ ارض پر توانائی کے مسئلہ کا حل ہائڈروجن سے توانائی حاصل کر کے کیا جاسکتا ہے۔ درحقیقت ہائڈروجن کی صنعتی اہمیت بہت ہے جس کو آپ اس اکائی میں پڑھیں گے۔

9.1 دوری جدول میں ہائڈروجن کا مقام
(Position of Hydrogen in the Periodic Table)

دوری جدول میں ہائڈروجن پہلا عنصر ہے۔ تاہم ماضی میں اس کا مقام دوری جدول میں موضوع بحث رہا ہے۔ اب آپ جانتے ہیں کہ دوری جدول میں عناصر کو ان کے الیکٹرانی تشکل کے حساب سے رکھا گیا ہے۔

ہائڈروجن کا الیکٹرانی تشکل $1s^1$ ہے۔ ایک طرف اس کا الیکٹرانی تشکل قلوی دھاتوں کے باہری الیکٹرانی تشکل (ns^1) کی طرح ہے جن کا تعلق دوری جدول کے پہلے گروپ سے ہے تو دوسری طرف ہیلوجنوں کی طرح (جن کا تشکل ns^2np^5 ہے جو دوری جدول کے سترھویں گروپ میں آتے ہیں)۔ ان میں نظیری نوبل گیس ہیلیم ($1s^2$) کے تشکل سے ایک الیکٹران کم

ہے۔ ہائڈروجن ان قلوی دھاتوں سے مشابہت رکھتی ہے جو ایک الیکٹران کھوکر یک مثبت آین (Unipositive Ion) بناتے ہیں اور اسی طرح ہیلوجن سے بھی مشابہت رکھتا ہے جو ایک الیکٹران لے کر یک منفی آین (Uninegative Ions) بناتے ہیں۔

ہائڈروجن قلوی دھاتوں کی طرح آکسائڈ، ہیلائڈ اور سلفائڈ بناتا ہے۔ قلوی دھاتوں کے برخلاف اس کی آیونائیزیشن اینتھالپی (Ionization Enthalpy) بہت زیادہ ہے اور عام حالات میں یہ دھاتی خصوصیات کا مظاہرہ نہیں کرتی۔ درحقیقت آیونائیزیشن اینتھالپی کے لحاظ سے ہائڈروجن ہیلوجنوں سے زیادہ مطابقت رکھتی ہے۔ Li، F اور H_2 کی $\Delta_i H$ بالترتیب 520 kJ mol^{-1}، 1680 kJ mol^{-1} اور 1312 kJ mol^{-1} ہیں۔ ہیلوجنوں کی طرح یہ دو ایٹمی سالمہ بناتی ہے عناصر سے مل کر ہائڈرائڈ اور بہت سے شریک گرفت (Covalent) مرکبات بناتی ہے یہ ہیلوجنوں کے مقابلہ میں بہت کم تعامل پذیر ہے۔

اس حقیقت کے باوجود کہ ہائڈروجن کسی درجہ قلوی دھاتوں اور ہیلوجنوں سے مشابہت رکھتی ہے یہ ان سے مختلف بھی ہے۔ اہم سوال یہ ہے کہ اس کو دوری جدول میں کس جگہ رکھا جائے۔ ہائڈروجن سے الیکٹران نکلنے کے بعد اس کے نیوکلیس کا سائز $\sim 1.5 \times 10^{-3}$ pm رہ جاتا ہے۔ یہ سائز دوسرے عام ایٹمی اور آینی (Ionic) سائز 50 pm سے 200 pm کے مقابلہ میں بہت کم ہے جس کے نتیجہ میں H^+ آزاد حالت میں نہیں پایا جاتا بلکہ دوسرے ایٹموں یا سالموں کے ساتھ منسلک ہوتا ہے۔ اس طرح یہ ایک نمایاں طرز عمل کو ظاہر کرتی ہے، اس لیے بہتر ہے کہ اس کو دوری جدول میں الگ مقام دیا جائے (اکائی 3)۔

9.2 ڈائی ہائڈروجن، H_2 (Dihydrogen, H_2)

9.2.1 وقوع (Occurrence)

ڈائی ہائڈروجن کائنات میں سب سے زیادہ پایا جانے والا عنصر ہے (کائنات کی کل کمیت کا 70%) اور شمسی کرہ باد کا خاص عنصر ہے۔ مشتری (Jupiter) اور زحل (Saturn) جیسے بڑے سیاروں میں ہائڈروجن کثرت کے ساتھ موجود ہے۔ اپنی ہلکی خصوصیت کی وجہ سے کرۂ ارض پر کم (کمیت 0.15%) ہے۔ دراصل متحدہ حالت میں یہ قشر ارض (Earth Crust) اور سمندر کے 15.4% حصہ کی تشکیل کرتی ہے۔ متحدہ حالت (مرکبات) میں یہ پانی کے علاوہ پودوں، جانوروں کے بافتوں (Animal Tissues)، کاربوہائڈریٹ، پروٹین، ہائڈرائڈ بشمول ہائڈروکاربن اور دوسرے مرکبات میں پائی جاتی ہے۔

9.2.2 ہائڈروجن کے ہم جا (Isotopes of Hydrogen)

ہائڈروجن کے تین ہم جا ہیں۔ پروٹیم ^1_1H، ڈیوٹیریم ^2_1H یا D اور ٹرائیٹیم ^3_1H یا T۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ یہ ہم جا آپس میں کس طرح مختلف ہیں؟ یہ ہم جا ایک دوسرے سے نیوٹرانوں کی موجودگی کی وجہ سے مختلف ہیں۔ عام ہائڈروجن، پروٹیم میں نیوٹران نہیں ہوتا۔ ڈیوٹیریم (جو بھاری ہائڈروجن بھی کہلاتا ہے) کے نیوکلیس میں ایک اور ٹرائیٹیم کے نیوکلیس میں 2 نیوٹران ہوتے ہیں۔ امریکی سائنسداں Harold C. Urey نے کمیتی عدد 2 والے ہائڈروجن ہم جا کو طبیعی طریقوں سے الگ کرنے پر 1934 میں نوبل انعام حاصل کیا۔

ہائڈروجن کی سب سے عام قسم پروٹیم ہے۔ ارضی (Terrestrial) ہائڈروجن میں 0.0156% ڈیوٹیریم اکثر HD کی شکل میں ہوتا ہے۔ ان آئسوٹوپ میں صرف ٹرائیٹیم تابکار (Radio Active) ہے اور کم توانائی کے β^- ذرات ($t_{1/2}$ = 12.33 Years) خارج کرتا ہے۔

ان ہم جا کا الیکٹرانی تشکل یکساں ہے اس لیے ان کی کیمیائی خصوصیات بھی ایک جیسی ہیں۔ صرف ان کے تعاملات کی شرح (Rate) مختلف ہیں جو کہ ان کے بانڈ افتراق کی اینتھالپی (Enthalpy of Bond Dissociaton) میں فرق کی وجہ سے ہے (جدول 9.1)۔ تاہم ان کی کمیت میں فرق کی وجہ سے ان ہم جا کی طبیعی خصوصیات میں بہت فرق ہے۔ ہائڈروجن، ڈیوٹیریم اور ٹرائیٹیم کی چند اہم طبیعی خصوصیات جدول 9.1 میں دی گئی ہیں۔

9.3 ڈائی ہائڈروجن (H_2) تیار کرنا
(Preparation of Dihydrogen, H_2)

دھاتوں اور دھات ہائڈرائڈوں سے ڈائی ہائڈروجن بنانے کے بہت سے طریقے ہیں۔

9.3.1 تجربہ گاہ میں ڈائی ہائڈروجن بنانا (Laboratory Preparation of Dihydrogen)

(i) یہ عموماً دانہ دار (Granulated)، جستہ اور ڈائی لیوٹ ہائڈروکلورک ایسڈ کے تعامل سے تیار کی جاتی ہے۔

$$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$$

جدول 9.1 ہائیڈروجن کی ایٹمی اور طبیعی خصوصیات

ٹرائیٹیم	ڈیوٹیریم	ہائیڈروجن	خصوصیات
10^{-15}	0.0156	99.985	نسبتی کثرت (%) (Relative Abundance)
3.016	2.014	1.008	نسبتی ایٹمی کمیت $(g\ mol^{-1})$ (Relative Atomic Mass)
20.62	18.73	13.96	نقطۂ گداخت (K) (Melting Point)
25.00	23.67	20.39	نقطۂ جوش (K) (Boiling Point)
0.27	0.18	0.09	کثافت $(g\ L^{-1})$ (Density)
–	0.197	0.117	گداخت کی اینتھالپی $(kJ\ mol^{-1})$ (Enthalpy of Fusion)
–	1.226	0.904	تبخیر کی اینتھالپی $(kJ\ mol^{-1})$ (Enthalpy of Vaporization)
–	443.35	435.88	بندش کی افتراق اینتھالپی/ $(kJ\ mol^{-1})$ 298.2 K (Enthalpy of Bond Dissociation)
–	74.14	74.14	بین نیوکلیائی فاصلہ/ pm (Internuclear Distance)
–	–	1312	آیونائزیشن اینتھالپی/ $kJ\ mol^{-1}$ (Ionization Enthalpy)
–	–	−73	الیکٹران گین انتھالپی/ $(kJ\ mol^{-1})$ (Electron Gain Enthalpy)
–	–	37	شریک گرفت نصف قطر/ pm (Covalent radius)
–	–	208	آینی نصف قطر/ H^- (pm) (Ionic Radius)

(ii) یہ جستہ اور آبی القلی کے تعامل سے بھی تیار کی جاسکتی ہے۔

$$Zn + 2NaOH \rightarrow \underset{\text{سوڈیم زنکیٹ}}{Na_2ZnO_2} + H_2$$

9.3.2 تجارتی پیمانہ پر ڈائی ہائیڈروجن تیار کرنا (Commercial Production of Dihydrogen)

عام طور پر استعمال کیے جانے والے طریقے مندرجہ ذیل ہیں:

(i) پلیٹنم الکٹروڈ کا استعمال کر کے تیزابی پانی کی برق پاشیدگی (Electrolysis) سے ہائیڈروجن حاصل ہوتی ہے۔

$$2H_2O(l) \xrightarrow[\text{تیزاب یا اساس کی قلیل مقدار}]{\text{برق پاشیدگی}} 2H_2(g) + O_2(g)$$

(ii) بہت زیادہ خالص (Purity >99.95%) ڈائی ہائیڈروجن کو نیم گرم آبی بیریم ہائیڈروکسائڈ کی نکل الیکٹروڈوں کے درمیان برق پاشیدگی کر کے حاصل کرتے ہیں۔

(iii) یہ برائن محلول کی برق پاشیدگی سے سوڈیم ہائیڈروکسائڈ اور کلورین کی تیاری میں ضمنی پیداوار (By-product) کی شکل میں حاصل ہوتی ہے۔ متعلقہ تعاملات درج ذیل ہیں۔

اینوڈ پر: $2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

کیتھوڈ: $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$

مکمل تعامل مندرجہ ذیل ہے۔

$$2Na^+(aq) + 2Cl^-(aq) + 2H_2O(l) \downarrow Cl_2(g) + H_2(g) + 2Na^+(aq) + 2OH^-(aq)$$

(iv) وسیط (Catalyst) کی موجودگی میں اونچے درجۂ حرارت پر بھاپ اور ہائیڈروکاربن یا کوک کے تعامل سے ہائیڈروجن پیدا ہوتی ہے۔

$$C_nH_{2n+2} + nH_2O \xrightarrow[Ni]{1270K} nCO + (2n+1)H_2$$

مثلاً

$$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow[Ni]{1270K} CO(g) + 3H_2(g)$$

CO اور H_2 کا آمیزہ واٹر گیس (Water Gas) کہلاتا ہے۔ کیونکہ CO اور H_2 کا یہ آمیزہ میتھنال اور متعدد ہائڈروکاربن کی تالیف میں استعمال کیا جاتا ہے۔ اس لیے تالیفی گیس یا سنگیس (Syngas) کہتے ہے۔ آج کل سنگیس، سیوج، لکڑی کا برادہ، لکڑی کی چھیلن، اخبار وغیرہ سے پیدا ہوتی ہے کوئلہ سے سنگیس بنانے کے طریقہ کو کول گیسی فکیشن (Coal Gasification) کہتے ہیں۔

$$C(s) + H_2O(g) \xrightarrow{1270K} CO(g) + H_2(g)$$

آئرن کرومیٹ وسیط کی موجودگی میں سنگیس آمیزہ کی کاربن مونوآکسائڈ اور بھاپ کے تعامل سے ہائڈروجن کی پیداوار بڑھائی جاسکتی ہے۔

$$CO(g) + H_2O(g) \xrightarrow[\text{وسیط}]{673\ K} CO_2(g) + H_2(g)$$

اس کو واٹر گیس شفٹ تعامل (Water-gas Shift Reaction) کہتے ہیں۔ سوڈیم آرسنائٹ محلول سے گزار کر کاربن ڈائی آکسائڈ دور کی جاتی ہے۔

موجودہ دور میں 77% صنعتی ہائڈروجن پٹروکیمکل سے، 18% کوئلہ سے، 4% آبی محلولوں کی برق پاشیدگی سے اور 1% دوسرے ذرائع سے حاصل ہوتی ہے۔

9.4 ڈائی ہائڈروجن کی خصوصیات (Properties of Dihydrogen)

9.4.1 طبعی خصوصیات (Physical Properties)

ڈائی ہائڈروجن ایک بے رنگ، بے بو، بے مزہ اور احتراق پذیر (Combustible) گیس ہے۔ یہ ہوا سے ہلکی ہے اور پانی میں غیر حل پذیر ہے۔ دوسری طبعی خصوصیات ڈیوٹیریم کے ساتھ جدول 9.1 میں دی گئی ہیں۔

9.4.2 کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

ڈائی ہائڈروجن کے کیمیائی طرز عمل کا تعین (اور اس بابت کوئی سالمہ) اکثر اس کی بندشی افتراقی اینتھالپی (Bond Dissociation Enthalpy) سے کیا جاتا ہے۔

کسی بھی عنصر کے دو ایٹموں کے درمیان واحد بند کے لیے H - H کی بندشی افتراقی اینتھالپی سب سے زیادہ ہوتی ہے۔ آپ اس سے کیا نتیجہ اخذ کرتے ہیں؟ اس وجہ سے ڈائی ہائڈروجن کا اس کے ایٹموں میں افتراق 2000K پر صرف 0.081% ہوتا ہے جو 5000 K پر بڑھ کر 95.5% ہو جاتا ہے۔ H - H کی بانڈ اینتھالپی زیادہ ہونے کی وجہ سے یہ کمرہ کے درجۂ حرارت پر نسبتاً غیر عامل ہوتی (Inert) ہے۔ اسی لیے ایٹمی ہائڈروجن اونچے درجۂ حرارت پر برقی قوس (Electric Arc) یا بالائے بنفشی اشعاع (Ultraviolet Radiations) کے اثر سے پیدا ہوتی ہے۔ چونکہ اس کا اربٹل جس کا الیکٹرانی تشکل $1s^1$ ہے نامکمل ہے یہ تقریباً تمام عناصر کے ساتھ مرکب بناتی ہے۔ یہ: (i) ایک الیکٹران نکال کر H^+ کی تشکیل کرکے (ii) ایک الیکٹران لے کر اور H^- کی تشکیل کرکے اور (iii) الیکٹرانوں کا ساجھا کرکے شریک گرفت بند (Covalent Bond) بنا کر تعامل کرتی ہے۔

ڈائی ہائڈروجن کی کیمیا مندرجہ ذیل تعاملات سے سمجھی جاسکتی ہے۔

ہیلوجنوں سے تعاملات: یہ ہیلوجنوں X_2 سے تعامل کرکے ہائڈروجن ہیلائڈ HX بناتی ہے۔

$$H_2(g) + X_2(g) \rightarrow 2HX(g) \quad (X = F, Cl, Br, I)$$

اگرچہ فلورین سے تعامل اندھیرے میں بھی ہو جاتا ہے، آیوڈین سے تعامل کے لیے وسیط کی ضرورت ہوتی ہے۔

ڈائی آکسیجن سے تعامل: ڈائی آکسیجن سے تعامل کرکے یہ پانی بناتی ہے۔ یہ تعامل بہت زیادہ حرارت زا (Exothermic) ہے۔

$$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{وسیط یا گرم کرنے پر}} 2H_2O(l); \quad \Delta H^\ominus = -285.9\ kJ\ mol^{-1}$$

ڈائی نائٹروجن سے تعامل: ڈائی نائٹروجن کے ساتھ یہ امونیا بناتی ہے۔

$$3H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow[Fe]{673K, 200atm} 2NH_3(g); \quad \Delta H^\ominus = -92.6\ kJ\ mol^{-1}$$

یہ ہیبر پراسس (Haber Process) کے ذریعے امونیا کو بڑے پیمانے پر بنانے کا طریقہ ہے۔

دھاتوں کے ساتھ تعامل: اونچے درجہ حرارت پر بہت سی دھاتوں سے مل کر یہ نظیری ہائڈرائڈ بناتی ہے (سیکشن 9.5)۔

جہاں M ایک قلوی دھات ہے

$$H_2(g) + 2M(g) \rightarrow 2MH(s);$$

دھاتی آینوں اور دھاتی آکسائڈوں سے تعامل: آبی محلول میں یہ کچھ دھاتی آینوں اور دھاتی آکسائڈوں (جو لوہے سے کم تعامل پذیر ہیں) کی ان کی نظیری دھاتوں میں تحویل (Reduce) کرتی ہے۔

$$H_2(g) + Pd^{2+}(aq) \rightarrow Pd(s) + 2H^+(aq)$$
$$yH_2(g) + M_xO_y(s) \rightarrow xM(s) + yH_2O(l)$$

نامیاتی مرکبات سے تعامل: یہ وسیط کی موجودگی میں متعدد نامیاتی مرکبات سے تعامل کر کے مفید ہائڈروجنی اشیا دیتی ہے جن کی صنعتی اہمیت بہت زیادہ ہے۔ مثلاً

(i) نکل وسیط کا استعمال کر کے، خوردنی تیلوں کے ہائڈروجینیشن سے خوردنی چربی (مارگرین اور بناسپتی گھی) حاصل ہوتی ہے۔

(ii) اولیفنس (Olefins) کے ہائڈروفارمیلیشن (Hydroformylation) سے ایلڈیہائڈ حاصل ہوتے ہیں جو مزید تحویل ہو کر الکوحل دیتا ہے۔

$$H_2 + CO + RCH = CH_2 \rightarrow RCH_2CH_2CHO$$
$$H_2 + RCH_2CH_2CHO \rightarrow RCH_2CH_2CH_2OH$$

مسئلہ 9.1

ڈائی ہائڈروجن کے (i) کلورین (ii) سوڈیم اور (iii) کاپر (II) آکسائڈ سے تعاملات پر تبصرہ کیجیے۔

حل

(i) ڈائی ہائڈروجن، کلورین کی کلورائڈ (Cl^-) میں تحویل کرتی ہے اور خود کلورین کے ذریعے H^+ میں تکسید ہو کر ہائڈروجن کلورائڈ بناتی ہے۔ H اور Cl کے درمیان ایک الیکٹران کے جوڑے کی شرکت سے شریک گرفت سالمہ بنتا ہے۔

(ii) سوڈیم سے تحویل ہو کر ڈائی ہائڈروجن NaH بناتی ہے۔ سوڈیم سے ایک الیکٹران ہائڈروجن پر منتقل ہو جاتا ہے جس کے نتیجے میں ایک آئنی مرکب Na^+H^- بنتا ہے۔

(iii) ہائڈروجن، کاپر (II) آکسائڈ کو صفر تکسیدی حالت میں کاپر میں تحویل کر دیتی ہے اور خود تکسید ہو کر H_2O بناتی ہے جو کہ ایک شریک گرفت سالمہ ہے۔

9.4.3 ڈائی ہائڈروجن کے استعمال (Uses of Dihydrogen)

- ڈائی ہائڈروجن کا سب سے زیادہ استعمال امونیا بنانے میں کیا جاتا ہے جو نائٹرک ایسڈ اور نائٹروجنی فرٹیلائزر تیار کرنے میں استعمال ہوتی ہے۔
- ڈائی ہائڈروجن کا استعمال کثیر غیر سیر شدہ خوردنی تیلوں جیسے سویابین، بنولہ وغیرہ کے ہائڈروجینیشن کے ذریعہ بناسپتی گھی تیار کرنے میں کیا جاتا ہے۔
- بڑی مقدار میں نامیاتی کیمیائی مرکبات خصوصاً میتھنال (Methanol) کی تالیف میں اس کا استعمال ہوتا ہے۔

$$CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow[\text{وسیط}]{\text{کوبالٹ}} CH_3OH(l)$$

- دھاتوں کے ہائڈرائڈ بنانے میں اس کا بہت استعمال ہوتا ہے (سیکشن 9.5)۔
- اس کا استعمال بہت ہی کارآمد کیمیکل ہائڈروجن کلورائڈ کے بنانے میں ہوتا ہے۔
- اس کا استعمال فلزکاری عملوں میں بھاری دھاتوں کے آکسائڈوں کی دھاتوں میں تحویل کے لیے ہوتا ہے۔
- ایٹمی ہائڈروجن اور آکسی ہائڈروجن ٹارچ کا استعمال کاٹنے اور ویلڈ کرنے میں کیا جاتا ہے۔ ایٹمی ہائڈروجن کے ایٹم (برقی قوس کی مدد سے ڈائی ہائڈروجن کے افراق کے ذریعہ پیدا ہوتے ہیں) ویلڈ کی جانے والی سطح پر دوبارہ متحد ہوتے ہیں جس سے 4000K درجۂ حرارت پیدا ہوتا ہے۔
- خلائی تحقیق (Space Research) میں اس کا استعمال راکٹ ایندھن کے طور پر ہوتا ہے۔
- ایندھن سیل (Fuel Cell) میں اس کا استعمال برقی توانائی پیدا کرنے میں ہوتا ہے۔ عام حیاتیاتی ایندھنوں اور برقی پاور کے مقابلہ میں اس کے زیادہ فوائد ہیں۔ اس سے آلودگی (Pollution) نہیں ہوتی اور گیسولین و دیگر ایندھنوں کے مقابلہ میں فی اکائی کمیت زیادہ توانائی پیدا ہوتی ہے۔

9.5 ہائڈرائڈس (Hydrides)

ڈائی ہائڈروجن مخصوص حالات میں نوبل گیسوں کو چھوڑ کر تقریباً سبھی عناصر سے اتحاد کر کے بائنری مرکبات بناتی ہے جو **ہائڈرائڈ** کہلاتے ہیں۔ اگر کسی عنصر کی علامت E ہو تو ہائڈرائڈ کو EH_X (جیسے MgH_2) یا E_mH_n (جیسے B_2H_6) سے ظاہر کرتے ہیں۔

ہائڈرائڈ کی تین طریقہ سے درجہ بندی کی جاسکتی ہے۔

(i) آینی یا کھاری یا نمکین ہائڈرائڈ

(ii) شریک گرفت یا سالماتی ہائڈرائڈ

(iii) دھاتی یا غیر تناسب پیما ہائڈرائڈ

9.5.1 آینی یا نمکین ہائڈرائڈس (Ionic or Saline Hydrides)

یہ ڈائی ہائڈروجن کے تناسب پیمائی مرکبات ہیں جو کہ بہت زیادہ برق مثبت خصوصیات کے حامل s- بلاک(s-Block) عناصر سے بنتے ہیں۔ تاہم ہلکے دھاتی ہائڈرائڈ میں بہت زیادہ شریک گرفت خصوصیت پائی جاتی ہے جیسے LiH، BeH_2 اور MgH_2 دراصل BeH_2 اور MgH_2 کی ساخت کے پالیمرک (Polymeric) ہوتی ہے۔ ٹھوس حالت میں آینی ہائڈرائڈ قلمی (Crystalline)، غیر طیران پذیر (Non-volatile) اور غیر موصل (Non-Conduting) ہوتے ہیں۔ تاہم ان کے گداخت (Melts) برق کے موصل ہیں اور برق پاشیدگی کرنے پر اینوڈ (Anode) پر ڈائی ہائڈروجن گیس خارج کرتے ہیں جو H^- آینوں کی موجودگی کو ثابت کرتا ہے۔

$$2H^-(\text{گداختہ}) \xrightarrow{\text{اینوڈ}} H_2(g) + 2e^-$$

نمکین ہائڈرائڈ تیزی سے پانی کے ساتھ تعامل کر کے ڈائی ہائڈروجن گیس پیدا کرتے ہیں۔

$$NaH(s) + H_2O(aq) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$$

معتدل درجہ حرارت پر لیتھیم ہائڈرائڈ Cl_2 یا O_2 کے ساتھ تعامل نہیں کرتا۔ اس لیے اس کا استعمال دوسرے کارآمد ہائڈرائڈوں کے بنانے میں کیا جاتا ہے جیسے

$$8LiH + Al_2Cl_6 \rightarrow 2LiAlH_4 + 6LiCl$$

$$2LiH + B_2H_6 \rightarrow 2LiBH_4$$

9.5.2 شریک گرفت یا سالماتی ہائڈرائڈ (Covalent or Molecular Hydride)

ڈائی ہائڈروجن p بلاک کے اکثر عناصر کے ساتھ سالماتی مرکبات بناتا ہے۔ معروف مثالیں CH_4، NH_3، H_2O اور HF ہیں۔ آسانی کے لحاظ سے غیر دھاتوں کے ہائڈروجن مرکبات کو بھی ہائڈرائڈ ہی تصور کرتے ہیں۔ شریک گرفت ہونے کی وجہ سے یہ طیران پذیر (Volatile) مرکبات ہیں۔

سالماتی ہائڈرائڈوں کی مزید درجہ بندی ان کی لوئس ساخت میں الیکٹرانوں اور بند کی نسبتی تعداد کے اعتبار سے حسب ذیل ہے۔

(i) **(Electron-defecient)**

(ii) **(Electron-precise)** اور

(iii) **(Electron-rich)**

جیسا کہ نام سے ظاہر ہے Electron-defecient کی روایتی لوئس ساخت لکھنے کے لیے بہت کم الیکٹران ہوتے ہیں۔ اس کی مثال ڈائی بورین (B_2H_6) ہے۔ درحقیقت گروپ 13 کے تمام عناصر Electron-defecient مرکبات بناتے ہیں۔ آپ ان کے کس طرح کے طرزِ عمل کا تصور کرتے ہیں؟ یہ لوئس تیزاب کی طرح کام کرتے ہیں یعنی الیکٹران کے حصول کار (Electron Acceptor)۔

Electron-presise مرکبات کی روایتی لوئس ساخت لکھنے کے لیے الیکٹرانوں کی مطلوبہ تعداد ہوتی ہے۔ گروپ 14 کے تمام عناصر ایسے مرکبات بناتے ہیں (جیسے CH_4) جس کی جیومیٹری ٹیٹرا ہیڈرل (Tetrahedral) ہوتی ہے۔

Electron-rich ہائڈرائڈوں میں الیکٹران زیادہ ہوتے ہیں جو کہ تنہا جوڑے (Lone Pairs) کی شکل میں ہوتے ہیں۔ گروپ 15-17 کے عناصر اسی طرح کے مرکب بناتے ہیں۔ (NH_3 میں ایک Lone Pair ہوتا ہے۔ H_2O میں دو اور HF میں تین Lone Pair ہوتے ہیں) آپ اس طرح کے مرکبات کی کیا خصوصیات سوچتے ہیں؟ یہ لوئس اساس جیسا طرزِ عمل ظاہر کریں گے۔ یعنی الیکٹران معطی (Electron Donors)۔ N، O اور F جیسے بہت زیادہ برقی منفی ایٹموں کے ہائڈرائڈوں میں Lone Pair کی موجودگی سالمات کے درمیان ہائڈروجن بند بننے کا سبب ہے۔ اس سے سالموں کا اتحاد (Association) ہوتا ہے۔

مسئلہ 9.2

کیا آپ امید کرتے ہیں کہ N، O اور F کے ہائڈرائڈ کے نقطۂ جوش ان کے بعد والے گروپ کے ممبروں کے ہائڈرائڈ سے کم ہوں گے؟ وجوہات بتایئے۔

حل

NH_3، H_2O اور HF کی سالماتی کمیت کی بنیاد پر ان کے نقطہ جوش بعد والے گروپ کے ممبروں کے ہائڈرائڈ سے کم ہونے کی امید ہے۔ تاہم O، N اور F کی برق منفیت زیادہ ہونے کی وجہ سے ان کے ہائڈرائڈ میں ہائڈروجن بند کافی ہوں گے اس لیے NH_3، H_2O اور HF کے نقطہ جوش بعد والے گروپ کے ممبروں کے ہائڈرائڈ سے اونچے ہوں گے۔

9.5.3 دھاتی یا غیر تناسب پیا (یا انٹراسٹیشیل) ہائڈرائڈس [Metallic or Non-stoichiometric (or Interstitial) Hydrides]

یہ اکثر d اور f بلاک کے عناصر سے بنتے ہیں۔ گروپ 7، 8 اور 9 کے عناصر ہائڈرائڈ نہیں بناتے۔ یہاں تک کہ گروپ 6 میں بھی صرف کرومیم ہی CrH بناتا ہے۔ یہ ہائڈرائڈ حرارت اور برق کے موصل ہیں لیکن اصل دھات کے مقابلہ میں کم موصل ہیں۔ نمکیاتی ہائڈرائڈ کے برخلاف یہ غیر تناسب پیا ہوتے ہیں اور ان میں ہائڈروجن کی کمی ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر $LaH_{2.87}$، $YbH_{2.55}$، $TiH_{1.5-1.8}$، $ZrH_{1.3-1.75}$، $VH_{0.56}$، $NiH_{0.6-0.7}$، $PdH_{0.6-0.8}$ وغیرہ۔ ان مرکبات میں متعین ترکیب کا قانون لاگو نہیں ہوتا۔

ایسا خیال کیا جاتا تھا کہ ان ہائڈرائڈ میں ہائڈروجن، دھات کی لٹیس (Lattice) کے درمیان کی جگہوں میں ہوتی ہے جس سے وہ پھیل جاتی ہے لیکن اس کی قسم برقرار رہتی ہے اس لیے ان کو انٹراسٹیشیل (Interstitial) ہائڈرائڈ کہتے تھے۔ لیکن موجودہ مطالعوں سے ظاہر ہوا کہ Ni، Pd، Ce اور Ac کے ہائڈرائڈوں کو چھوڑ کر اس قسم کے دوسرے ہائڈرائڈوں کی لٹیس ان کی اصل دھاتوں سے مختلف ہوتی ہے۔ عبوری (Transition) دھاتوں پر ہائڈروجن کے انجذاب (Absorption) کی خصوصیات کی وجہ سے اس کا استعمال عمل انگیز تحویل اور ہائڈروجینیشن (Hydrogenation) کے ذریعہ بہت سے مرکبات بنانے میں کرتے ہیں۔ چند دھاتیں (جیسے Pd، Pt) ہائڈروجن کا بہت زیادہ حجم سمو لیتی ہیں اور اس طرح اس کو ہائڈروجن کے ذخیرہ کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔ یہ خصوصیت ہائڈروجن کے ذخیرہ کے لیے اور توانائی کے ذریعے کے طور پر بہت زیادہ صلاحیت کی ضامن ہے۔

مسئلہ 9.3

کیا فاسفورس جس کا باہری الیکٹرانی تشکل $3s^23p^3$ ہے PH_5 بنا سکتا ہے؟

حل

اگرچہ فارسفورس کی تکسیدی حالات 3+ اور 5+ ہے یہ PH_5 نہیں بنا سکتا۔ کچھ دوسری وجوہات جیسے ڈائی ہائڈروجن کی $\Delta_a H$ اور $\Delta_{eg} H$ زیادہ قدریں PH_5 میں P کی زیادہ تکسیدی حالت ظاہر کرنے کے لیے موافق نہیں ہیں۔

9.6 پانی

جاندار عضویوں کا بیشتر حصہ پانی سے بنا ہے۔ انسان کے جسم کا 65% اور کچھ پودوں کا 95% پانی ہے۔ یہ زندگی کی سبھی شکلوں کی بقا کے لیے ایک اہم مرکب ہے۔ یہ ایک اہم محلل ہے۔ زمین کی سطح پر پانی کی تقسیم یکساں نہیں ہے۔ مندرجہ ذیل جدول میں پانی کی سپلائی کا تخمینہ دیا گیا ہے۔

جدول 9.2 دنیا کے پانی کی سپلائی کا تخمینہ

ذریعہ	کل کا %
سمندر (بحر)	97.33
نمکین جھیلیں اور زمینی سمندر	0.008
قطبی برف اور گلیشیر	2.04
زمینی پانی	0.61
جھیلیں	0.009
مٹی کی نمی	0.005
کرہ باد میں آبی ابخرات	0.001
دریا	0.0001

9.6.1 پانی کی طبیعی خصوصیات (Physical Properties of Water)

یہ ایک بے رنگ اور بے ذائقہ رقیق ہے۔ جدول 9.3 میں اس کی اور بھاری پانی کی طبیعی خصوصیات دی گئی ہیں۔

جدول 9.3 H_2O اور D_2O کی طبیعی خصوصیات

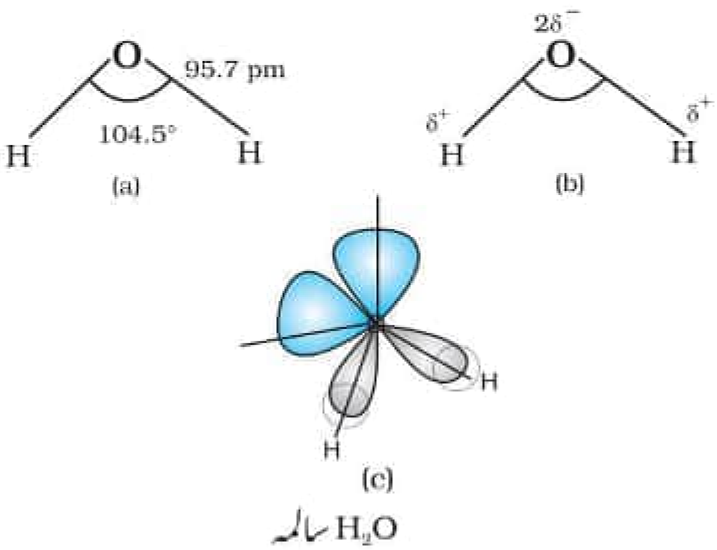
خصوصیت	H_2O	D_2O
سالماتی کمیت ($g\ mol^{-1}$)	18.0151	20.0276
نقطہ گداخت/K	273.0	276.8
نقطہ جوش/K	373.0	374.4
تکوین کی اینتھالپی/$kJ\ mol^{-1}$	–285.9	–294.6
ابخرات کی اینتھالپی (373 K)/$kJ\ mol^{-1}$	40.66	41.61
گداخت کی اینتھالپی/$kJ\ mol^{-1}$	6.01	–
اعظم کثافت کا درجۂ حرارت/K	276.98	284.2
کثافت (298 K)/$g\ cm^{-3}$	1.0000	1.1059
لزوجت (Viscosity)/سینٹی پائز (Centipoise)	0.8903	1.107
ڈائی الیکٹرک مستقلہ (Dielectric Constant)/($C^2/N.m^2$)	78.93	78.06
برقی موصلیت Electrical Conductivity (293 K/$ohm^{-1}\ cm^{-1}$)	5.7×10^{-8}	–

پانی کی غیر معمولی خصوصیات اس کی تکثیف شدہ ہیئت (رقیق اور ٹھوس حالتیں) میں پانی کے سالمات میں موجود ہائڈروجن بندش (Hydrogen Bonding) کی وجہ سے ہے۔ اس کی وجہ سے H_2S اور H_2Se مقابلہ میں اس کا نقطہ گداخت، نقطہ جوش، تبخیر کی حرارت اور گداخت کی حرارت زیادہ ہیں۔ دیگر رقیق اشیا کے مقابلہ میں اس کی نوعی حرارت، حرارتی موصلیت، سطحی تناؤ، ڈائی پول مومنٹ (Dipole Moment) اور ڈائی الیکٹرک مستقلہ (Dielectric Constant) وغیرہ زیادہ ہیں۔ ان خصوصیات کی وجہ سے پانی حیاتی کرّہ (Biosphere) میں ایک کلیدی رول ادا کرتا ہے۔

زیادہ تبخیری حرارت اور حرارتی گنجائش (Heat Capacity) آب و ہوا اور حیوانات کے جسم کے درجہ حرارت کو معتدل بنائے رکھنے کے لیے ذمہ دار ہیں۔ نباتاتی اور حیواناتی تحول (Metabolism) میں آینوں اور سالموں کے نقل و حمل کے لیے یہ بہترین محلل ہے۔ قطبی سالمات کے ساتھ ہائڈروجن بندش بنانے کی وجہ سے شریک گرفت مرکبات جیسے الکوحل اور کاربوہائڈریٹ پانی میں گھل جاتے ہیں۔

9.6.2 پانی کی ساخت (Structure of Water)

گیسی حالت میں پانی ایک خمیدہ (Bent) سالمہ ہے جس کا بندشی زاویہ 104.5° اور بندشی فاصلہ 95.7 pm ہے جیسا کہ شکل 9.1(a) میں



شکل 9.1 (a) پانی کی خمیدہ ساخت (b) دو قطب (Dipole) کی طرح پانی کا سالمہ اور (c) پانی کے سالمہ کے اربٹل اوورلیپ (Orbital Overlap) تصویر

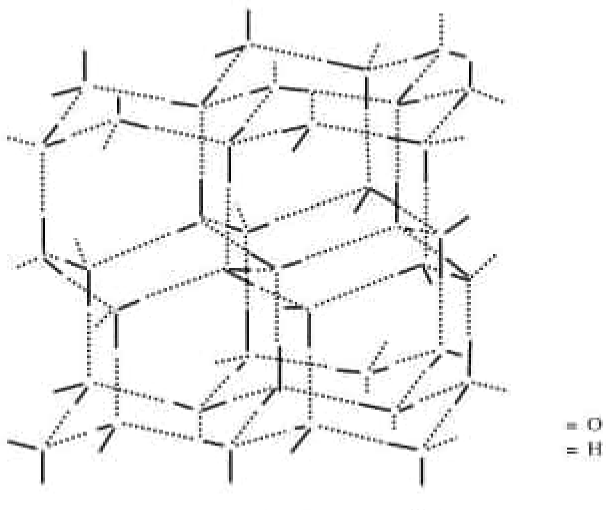
دکھایا گیا ہے۔ یہ بہت زیادہ قطبی سالمہ ہے (شکل (b) 9.1)۔ اس کی اربٹل اوورلیپ (Orbital Overlap) شکل (c) 9.1 میں دکھائی گئی ہے۔ رقیق حالت میں پانی کے سالمات ایک دوسرے سے ہائڈروجن بندش کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں۔

پانی کی قلمی شکل برف ہے۔ فضائی دباؤ پر قلمی برف مسدسی (Hexagonal) شکل میں ہوتی ہے لیکن بہت کم درجۂ حرارت پر اس کی تکثیف کعبی (Cubic) شکل میں ہو جاتی ہے۔ برف کی کثافت پانی سے کم ہوتی ہے اسی وجہ سے برف کا ٹکڑا پانی پر تیرتا ہے۔ موسم سرما میں جھیل کی سطح پر برف بننے سے حرارتی حجز (Insulation) پیدا ہو جاتا ہے جو آبی زندگی کی بقا کا ضامن ہے۔ اس حقیقت کی ماحولیاتی اہمیت بہت زیادہ ہے۔

9.6.3 برف کی ساخت (Structure of Ice)

یہ بہت زیادہ مرتب سہ ابعادی (Three Dimensional) ہائڈروجن بند پر مشتمل ساخت ہے۔ جیسا کہ شکل 9.2 میں دکھایا گیا ہے۔ برف کے کرسٹلوں کی ایکسرے جانچ سے ظاہر ہوتا ہے کہ ہر ایک آکسیجن ایٹم دیگر چار آکسیجن ایٹموں سے گھرا ہوا ہے ان ایٹموں کے درمیان کا فاصلہ 276 pm ہے۔

ہائڈروجن بندش کی وجہ سے برف کی ساخت کھلی قسم کی ہوتی ہے جس میں چوڑے سوراخ (Wide Holes) ہوتے ہیں۔ یہ سوراخ کچھ دوسرے مناسب جسامت کے سالمات کو اپنے اندر (Interstitally) لے سکتے ہیں۔



شکل 9.2 برف کی ساخت

9.6.4 پانی کی کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties of Water)

پانی متعدد اشیا کے ساتھ تعامل کر لیتا ہے۔ کچھ اہم تعاملات ذیل میں دیے گئے ہیں:

(1) ایمفوٹیرک فطرت (Amphoteric Nature): اس میں تیزاب اور اساس دونوں اہلیتیں ہیں یعنی یہ ایک ایمفوٹیرک شے ہے۔ برونسٹڈ کے مطابق سے یہ NH_3 کے ساتھ تیزاب کے طور پر اور H_2S کے ساتھ اساس کے طور پر کام کرتا ہے۔

$$H_2O(l) + NH_3(aq) \rightleftharpoons OH^-(aq) + NH_4^+(aq)$$

$$H_2O(l) + H_2S(aq) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HS^-(aq)$$

پانی کی آٹو پروٹولسس (از خود آین سازی) مندرجہ ذیل طریقہ سے ہوتی ہے۔

$$H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

ایسڈ-1 (تیزاب)	اساس-2 (اساس)	ایسڈ-2 (زوجی تیزاب)	اساس-1 (زوجی اساس)

(2) تحویلی تعامل (Reduction Reaction): بہت زیادہ برقی مثبت دھاتوں کے ذریعے پانی کو بہ آسانی ڈائی ہائڈروجن میں تحویل کر سکتے ہیں۔

$$2H_2O(l) + 2Na(s) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$$

اس لیے یہ ڈائی ہائڈروجن کا بڑا ذریعہ ہے۔

ضیائی تالیف (Photosynthesis) کے دوران H_2O کی تکسید O_2 میں ہو جاتی ہے۔

$$6C\quad(g) + 12H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6H_2O(l) + 6O_2(g)$$

فلورین کے ساتھ بھی اس کی O_2 میں تکسید ہو جاتی ہے۔

$$2F_2(g) + 2H_2O(aq) \rightarrow 4H^+(aq) + 4F^-(aq) + O_2(g)$$

(3) آب پاشیدگی تعامل (Hydrolysis Reaction): ڈائی الیکٹرک مستقلہ (Dielectric Constant) زیادہ ہونے کی وجہ سے اس کی آبیدگی (Hydrating) صفت بہت زیادہ ہے۔ یہ بہت سے آینی مرکبات کو حل کر لیتا ہے تاہم چند شریک گرفت اور آینی مرکبات پانی میں آب پاشیدہ (Hydrolyse) ہو جاتے ہیں۔

$$P_4O_{10}(s) + 6H_2O(l) \rightarrow 4H_3PO_4(aq)$$

$$SiCl_4(l) + 2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s) + 4HCl(aq)$$

$$N^{3-}(s) + 3H_2O(l) \rightarrow NH_3(g) + 3OH^-(aq)$$

(4) ہائڈریٹ (Hydrates) کا بننا: آبی محلولوں سے بہت سے نمکوں کی ہائڈریٹڈ نمک کی شکل میں قلم سازی کی جاسکتی ہے۔ پانی کا اس طرح کا اتحاد مختلف اقسام کا ہوتا ہے یعنی

(i) مربوط (Coordinated) پانی مثلاً $[Cr(H_2O)_6]^{3+}\ 3Cl^-$

(ii) انٹراسٹیشیل (Interstitial) پانی مثلاً $BaCl_2.2H_2O$

(iii) ہائڈروجن بند پر مشتمل پانی مثلاً $CuSO_4.5H_2O$ میں $[Cu(H_2O)_4]^{2+}\ SO_4^{2-}.H_2O$ ۔

مسئلہ 9.4

$CuSO_4.5H_2O$ میں ہائڈروجن بند پر مشتمل پانی کے کتنے سالمات ہیں؟

حل

پانی کا سالمہ صرف ایک ہائڈروجن بند پر مشتمل ہے۔ پانی کے دیگر چار سالمات کوآرڈینیٹڈ ہیں۔

9.6.5 سخت اور نرم پانی (Hard and Soft Water)

بارش کا پانی تقریباً خالص ہوتا ہے (فضا کی کچھ گیسیں گھلی ہو سکتی ہیں) اچھا محلل ہونے کی وجہ سے جب یہ زمین کی سطح پر بہتا ہے تو بہت سے نمکوں کو گھول لیتا ہے۔ پانی میں کیلشیم اور میگنیشیم نمکوں کی ہائڈروجن کاربونیٹ، کلورائڈ اور سلفیٹ کی شکل میں موجودگی پانی کو ''سخت'' بنا دیتی ہے۔ **سخت پانی** (Hard Water) صابن کے ساتھ جھاگ نہیں دیتا۔ کیلشیم اور میگنیشیم کے حل پذیر نمکوں سے آزاد پانی کو **نرم پانی** (Soft Water) کہتے ہیں۔ یہ صابن کے ساتھ بہ آسانی جھاگ دیتا ہے۔

سخت پانی صابن کے ساتھ گاد (Scum) / رسوب (Precipitate) بناتا ہے سوڈیم اسٹریٹ ($C_{17}H_{35}COONa$) پر مشتمل صابن سخت پانی سے تعامل کر کے Ca/Mg کے اسٹریٹ کی ترسیب کرتا ہے۔

$$2C_{17}H_{35}COONa(aq) + M^{2+}(aq) \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2M \downarrow + 2Na^+(aq);$$

M، Ca/Mg کو ظاہر کرتا ہے۔

اس لیے یہ کپڑوں کی دھلائی (لانڈری) کے لیے موزوں نہیں ہے۔

یہ بائلروں (Boilers) کے لیے نقصان دہ ہے کیونکہ اس سے نمک پپڑی کی شکل میں جمع ہو جاتے ہیں اس سے بوائلر کی استعداد کم ہو جاتی ہے۔

پانی کی سختی دو طرح کی ہوتی ہے: (i) عارضی سختی اور (ii) مستقل سختی۔

9.6.6 عارضی سختی (Temporary Hardness)

عارضی سختی میگنیشیم اور کیلشیم کے ہائڈروجن کاربونیٹ کی موجودگی کی وجہ سے ہوتی ہے۔ یہ مندرجہ ذیل طریقوں سے دور کی جاسکتی ہے۔

(i) اُبال کر (Boiling): ابالنے سے $Mg(HCO_3)_2$ اور $Ca(HCO_3)_2$ کے حل پذیر نمک غیر حل پذیر میگنیشیم اور کیلشیم کے بالترتیب ہائڈروکسائڈ اور اور کاربونیٹ میں تبدیل ہو جاتے ہیں کیونکہ $MgCO_3$ کے مقابلہ میں $Mg(OH)_2$ کا حل پذیری حاصل ضرب (Solubility Product) زیادہ ہوتا ہے اس لیے $Mg(OH)_2$ کی ترسیب ہو جاتی ہے۔ یہ رسوب چھان کر الگ کیے جاسکتے ہیں۔ چھاننے کے بعد حاصل ہونے والا پانی نرم پانی ہوگا۔

$$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{حرارت}} Mg(OH)_2 \downarrow + 2CO_2$$

$$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{حرارت}} CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2$$

(ii) کلارک کا طریقہ: اس طریقہ میں چونے (Lime) کی تحسیب شدہ مقدار (Calculated Amount) کو سخت پانی میں ملاتے ہیں۔ یہ کیلشیم کاربونیٹ کا رسوب دیتا ہے جس کو چھان لیتے ہیں۔

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 \downarrow + Mg(OH)_2 \downarrow + 2H_2O$$

9.6.7 مستقل سختی (Permanent Hardness)

یہ کلورائڈ اور سلفیٹ کی شکل میں میگنیشیم اور کیلشیم کے حل پذیر نمکوں کی موجودگی کی وجہ سے ہوتی ہے۔ یہ ابالنے سے دور نہیں ہوتی۔ اس کو مندرجہ ذیل طریقوں سے دور کر سکتے ہیں۔

(i) واشنگ سوڈا (سوڈیم کاربونیٹ) سے عمل: دھونے کا سوڈا سخت پانی میں حل پذیر کیلشیم اور میگنیشیم کے کلورائڈ اور سلفیٹوں سے تعامل کر کے غیر حل پذیر کاربونیٹ بناتا ہے۔

$$MCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3 \downarrow + 2NaCl \quad (M = Mg, Ca)$$

$$MSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$

(ii) کالگن (Calgon) کا طریقہ: سوڈیم ہیکسا میٹافاسفیٹ ($Na_6P_6O_{18}$) کا تجارتی نام کالگن ہے۔ جب اس کو سخت پانی میں ملاتے ہیں تو مندرجہ ذیل تعاملات ہوتے ہیں۔

$$Na_6P_6O_{18} \rightarrow 2Na^+ + Na_4P_6O_{18}^{2-} \quad (M = Mg, Ca)$$

$$M^{2+} + Na_4P_6O_{18}^{2-} \rightarrow [Na_2MP_6O_{18}]^{2-} + 2Na^+$$

کمپلیکس این آین (Complex Anion) Mg^{2+} اور Ca^{2+} آینوں کو محلول میں بنائے رکھتے ہیں۔

(iii) آین ایکسچینج (Ion-Exchange) کا طریقہ: اس طریقہ کو زیولائٹ/پرمیوٹ طریقہ بھی کہتے ہیں۔ آبیدہ سوڈیم ایلیومنیم سلیکیٹ زیولائٹ / پرمیوٹ ہے۔ آسانی کے لیے سوڈیم ایلیومنیم سلیکیٹ ($NaAlSiO_4$) کو NaZ لکھ سکتے ہیں۔ جب اس کو سخت پانی میں ملاتے ہیں تو ایکسچینج تعاملات ہوتے ہیں۔

$$2NaZ(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow MZ_2(s) + 2Na^+(aq) \quad (M = Mg, Ca)$$

جب تمام سوڈیم استعمال ہو جاتا ہے تو پرمیوٹ/زیولائٹ کی کارکردگی ختم ہو جاتی ہے اس کی آبی سوڈیم کلورائڈ کے محلول سے تعامل کرکے دوبارہ حاصل (Regenerate) کر لیتے ہیں۔

$$MZ_2(s) + 2NaCl(aq) \rightarrow 2NaZ(s) + MCl_2(aq)$$

(iv) تالیفی ریزن (Synthetic Resins) کا طریقہ: آج کل تالیفی کیٹ آین ایکسچینج (Synthetic Cation Exchangers) کا استعمال کرکے سخت پانی کو نرم کیا جاتا ہے۔ زیولائٹ طریقہ کے مقابلہ میں یہ طریقہ زیادہ موثر ہے۔ کیٹ آین ایکسچینج ریزن SO_3H- گروپ والے بڑے سالمات پر مشتمل ہوتے ہیں۔ آین ایکسچینج ریزن (RSO_3H) NaCl کے ساتھ تعامل کرکے RNa میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ RNa سخت پانی میں موجود کیلشیم/میگنیشیم کے دھاتی آین سے تعامل کرکے پانی کو نرم بنا دیتا ہے۔ یہاں R ایک ریزن این آین ہے۔

$$2RNa(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow R_2M(s) + 2Na^+(aq)$$

NaCl کا آبی محلول ملانے سے یہ ریزن (Resin) پھر سے حاصل ہو جاتا ہے۔

خالص غیر معدنی (De-ionized) پانی جو کہ تمام حل پذیر معدنیات سے مبرا ہو، اسے پانی کو بتدریج کیٹ آین ایکسچینج (H^+ کی شکل میں) اور این آین ایکسچینج (OH^- کی شکل میں) میں گزار کر حاصل کرتے ہیں۔

$$2RH(s) + M^{2+}(aq) \rightleftharpoons MR_2(s) + 2H^+(aq)$$

اس کیٹ آین ایکسچینج عمل میں، پانی میں موجود Na^+، Ca^{2+}، Mg^{2+} اور دیگر کیٹ آین کی H^+ سے تبدیلی ہوتی ہے۔ یہ عمل پروٹان خارج کرکے پانی کو تیزابی بنا دیتا ہے۔ این آین ایکسچینج عمل میں

$$RNH_2(s) + H_2O(l) \rightleftharpoons RNH_3^+.OH^-(s)$$

$$RNH_3^+.OH^-(s) + X^-(aq) \rightleftharpoons RNH_3^+.X^-(s) + OH^-(s)$$

پانی میں موجود این آین جیسے Cl^-، HCO_3^-، SO_4^{2-} وغیرہ کا تبادلہ OH^- سے ہوتا ہے۔ اس طرح خارج ہونے والے OH^- آین پہلی تبدیلی میں حاصل ہونے والے H^+ آینوں کو تعدیل کر دیتے ہیں۔

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

استعمال شدہ کیٹ آین اور این آین ایکسچینج کی پرتیں (Beds) بالترتیب ڈائی لیوٹ ایسڈ اور NaOH کے محلول کے تعامل سے دوبارہ کارآمد بنالی جاتی ہیں۔

9.7 ہائڈروجن پر آکسائڈ
(Hydrogen Peroxide, H_2O_2)

گھریلو اور صنعتوں سے پیدا ہونے والی آلودگی پر قابو پانے اور اس کے تصفیہ کے لیے ہائڈروجن پر آکسائڈ ایک اہم کیمیائی شے ہے۔

9.7.1 تیار کرنا (Preparation)

اس کو مندرجہ ذیل طریقوں سے بنا سکتے ہیں۔

(i) بیریم پر آکسائڈ کو تیزابی کرکے زائد پانی کی کم دباؤ پر تبخیر کرکے

$$BaO_2.8H_2O(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + H_2O_2(aq) + 8H_2O(l)$$

(ii) بہت زیادہ کرنٹ کثافت پر تیزابی سلفیٹ کی الیکٹرولائٹک تکسید سے حاصل ہونے والے پر آکسوڈائی سلفیٹ کی آب پاشیدگی کے ذریعے۔

$$2HSO_4^-(aq) \xrightarrow{\text{برق پاشیدگی}} HO_3SOOSO_3H(aq)$$
$$\xrightarrow{\text{آب پاشیدگی}} 2HSO_4^-(aq) + 2H^+(aq) + H_2O_2(aq)$$

اب اس طریقہ کا استعمال تجربہ گاہ میں D_2O_2 بنانے میں کیا جاتا ہے۔

$$K_2S_2O_8(s) + 2D_2O(l) \rightarrow 2KDSO_4(aq) + D_2O_2(l)$$

(iii) صنعتی پیمانے پر اس کو 2-الکائل اینتھرا کیونول کے آٹو آکسیڈیشن کے ذریعہ بناتے ہیں

$$\underset{H_2/Pd}{\overset{O_2(\text{ہوا})}{\rightleftharpoons}} H_2O_2 + (\text{تکسید شدہ مصنوعات})$$

2-enthylanthraquinol

اس حالت میں 1% H_2O_2 بنتا ہے۔ اس کو پانی کے ذریعہ نکال کر کم دباؤ پر کشید کر کے 30% (کمیت کے اعتبار سے) تک مرتکز کر لیتے ہیں۔ کم دباؤ پر احتیاط سے کشید کر کے اس کو مزید 85% تک مرتکز کر سکتے ہیں۔ بقیہ پانی کو منجمد کر کے خالص H_2O_2 حاصل کر لیتے ہیں۔

9.7.2 H_2O_2 کی طبیعی خصوصیات (Physical Properties of H_2O_2)

خالص حالت میں H_2O_2 تقریباً بے رنگ (بہت ہلکا نیلا) رقیق ہے۔ اس کی اہم طبیعی خصوصیات جدول 9.4 میں دی گئی ہیں۔

H_2O_2 پانی میں ہر ایک تناسب میں حل پذیر ہے اور ایک آبیدہ $H_2O_2.H_2O$ (نقطہ گداخت 221 K) بناتا ہے۔ 30% H_2O_2 کا محلول بازار میں '100' حجم' ہائڈروجن پر آکسائڈ کے نام سے فروخت کیا جاتا ہے۔ جس کے معنی ہیں کہ 30% H_2O_2 کا ایک ملی لیٹر STP پر 100 حجم آکسیجن دے گا۔ تجارتی طور پر یہ 10 حجم کے طور پر فروخت کیا جاتا ہے۔ جس کے معنی ہیں کہ اس میں 3% H_2O_2 موجود ہے۔

مسئلہ 9.4

ہائڈروجن پر آکسائڈ کے 10 حجم محلول کی طاقت کا حساب لگائیے۔

حل

10 حجم H_2O_2 محلول کے معنی ہیں کہ اس H_2O_2 کا 1 L STP پر 10 L آکسیجن فراہم کرے گا۔

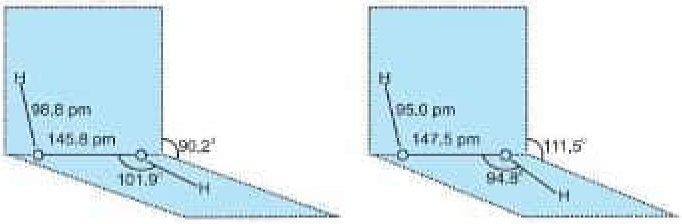
$$2H_2O_2(l) \rightarrow O_2(g) + H_2O(l)$$
$$2\times34g \qquad 22.4\ L\ at\ STP$$
$$68\ g$$

68 گرام H_2O_2 سے STP پر 22.4 L آکسیجن حاصل ہوتی ہے اس لیے STP پر 10 L آکسیجن حاصل کرنے کے لیے H_2O_2 کی مقدار $\frac{68\times10}{22.4}g = 29.9g \approx 30g$

اس لیے 10 حجم میں H_2O_2 کا ارتکاز = 30 گرام فی لیٹر = 3% H_2O_2 محلول

9.7.3 H_2O_2 کی ساخت (Structure of H_2O_2)

اس کی ساخت غیر سطحی (Non-planar) ہوتی ہے۔ گیس اور ٹھوس حالت میں سالماتی ابعاد شکل 9.3 میں دیے گئے ہیں۔



(b) ٹھوس فیز (a) گیس فیز

شکل 9.3 (a) گیس فیز میں H_2O_2 کی ساخت، ڈائیہیڈرل زاویہ 111.5° ہے (b) ٹھوس فیز میں H_2O_2 کی ساخت 110 K پر ڈائی ہیڈرل زاویہ 90.2° ہے

جدول 9.4 ہائڈروجن پر آکسائڈ کی طبیعی خصوصیات

نقطہ گداخت/K	272.4	کثافت (298 K پر مائع)/gcm^{-3}	1.44
نقطہ جوش/K	423	لزوجت (290K)/سنٹی پوائز	1.25
بخاراتی دباؤ (298K)/mm Hg	1.9	ڈائی الیکٹرک مستقلہ Nm^2/C^2/(298K)	70.7
کثافت (268.5K پر ٹھوس)/gcm^{-3}	1.64	برقی موصلیت (298K)/ $cm^{-1}\ \Omega^{-1}$	5.1×10^{-8}

9.7.4 H_2O_2 کی کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties of H_2O_2)

یہ تیزابی اور قلوی دونوں وسیلوں (Media) میں تکسیدی اور تحویلی ایجنٹ کی طرح کام کرتا ہے۔ سادہ تعاملات ذیل میں بیان کیے گئے ہیں۔

(i) تیزابی میڈیم میں تکسیدی عمل

$$2Fe^{2+}(aq) + 2H^+(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow 2Fe^{3+}(aq) + 2H_2O(l)$$

$$PbS(s) + 4H_2O_2(aq) \rightarrow PbSO_4(s) + 4H_2O(l)$$

(ii) تیزابی میڈیم میں تحویلی عمل

$$2MnO_4^- + 6H^+ + 5H_2O_2 \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5O_2$$

$$HOCl + H_2O_2 \rightarrow H_3O^+ + Cl^- + O_2$$

(iii) اساسی میڈیم میں تکسیدی عمل

$$2Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow 2Fe^{3+} + 2OH^-$$

$$Mn^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Mn^{4+} + 2OH^-$$

(iv) اساسی میڈیم میں تحویلی عمل

$$I_2 + H_2O_2 + 2OH^- \rightarrow 2I^- + 2H_2O + O_2$$

$$2MnO_4^- + 3H_2O_2 \rightarrow 2MnO_2 + 3O_2 + 2H_2O + 2OH^-$$

9.7.5 ذخیرہ اندوزی (Storage)

روشنی میں H_2O_2 آہستہ آہستہ تحلیل (Decompose) ہونے لگتا ہے۔

$$2H_2O_2(l) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$

دھاتی سطحوں یا معمولی القلی (شیشہ کے برتن میں موجود) کی موجودگی مندرجہ بالا تعامل کی عمل انگیزی ہو جاتی ہے۔ اس لیے اس کو موم جامی شیشہ یا پلاسٹک کے برتن میں اندھیرے میں رکھتے ہیں۔ اس کی پائداری کے لیے یوریا ملا سکتے ہیں۔ اس کو گرد سے دور رکھتے ہیں کیونکہ گرد مرکب میں دھماکہ خیز تحلیل کی امالیت کرسکتا ہے۔

9.7.6 استعمال (Uses)

بڑے پیمانے پر استعمال کی وجہ سے صنعتی طور پر اس کی پیداوار بہت بڑھ گئی ہے۔ کچھ استعمال مندرجہ ذیل ہیں:

(i) روزمرہ کی زندگی میں اس کا استعمال بالوں کا رنگ اڑانے اور ہلکا دافع تعدیہ (Disinfectant) کے طور پر ہوتا ہے۔ بازار میں پر ہائڈرول کے نام سے بطور اینٹی سیپٹک (Antiseptic) فروخت کی جاتی ہے۔

(ii) اس کا استعمال بہت سے کیمیائی مرکبات جیسے سوڈیم پر بوریٹ اور پر کاربونیٹ بنانے میں کرتے ہیں جن کا استعمال اچھی قسم کے ڈٹرجنٹ (Detergents) بنانے میں کیا جاتا ہے۔

(iii) اس کا استعمال ہائڈروکیونون، ٹارٹرک ایسڈ اور کچھ غذائی اشیا اور فارماسیوٹیکل (Cephalosporin) وغیرہ کی تالیف میں کرتے ہیں۔

(iv) یہ کپڑوں، کاغذ، چمڑا، تیل، چربی وغیرہ کے کارخانوں میں بلیچنگ ایجنٹ کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

(v) آج کل اس کا استعمال ماحولیاتی (سبز) کیمیا میں بھی ہوتا ہے۔ مثلاً گھریلو اور صنعتی سطح پر پیدا شدہ آلودگی کو روکنے، سائنائڈ کی تکسید، سیوج فضلات (Sewage Wastes) کی ہواباش (Aerobic) حالت کی بحالی۔

9.8 بھاری پانی D_2O (Heavy Water)

اس کا زیادہ تر استعمال نیوکلیائی ری ایکٹر (Nuclear Reactor) میں موڈریٹر (Moderator) کے طور پر اور ایکسچینج تعاملات میں تعامل کے میکانزم کا مطالعہ کرنے میں کیا جاتا ہے۔ اس کو پانی کی جامع برق پاشیدگی (Exhaustive Electrolysis) سے تیار کرتے ہیں یا یہ کھاد کی صنعت میں ضمنی ماحصل (By-product) کے طور پر حاصل ہوتی ہے۔ اس کی طبیعی خصوصیات جدول 9.3 میں دی گئی ہیں۔ اس کا استعمال ڈیوٹیریم کے دیگر مرکبات بنانے میں کرتے ہیں۔ مثلاً

$$CaC_2 + 2D_2O \rightarrow C_2D_2 + Ca(OD)_2$$

$$SO_3 + D_2O \rightarrow D_2SO_4$$

$$Al_4C_3 + 12D_2O \rightarrow 3CD_4 + 4Al(OD)_3$$

9.9 ڈائی ہائڈروجن بحیثیت ایک ایندھن
(Dihydrogen as a Fuel)

ڈائی ہائڈروجن کے احتراق کے نتیجے میں بہت زیادہ مقدار میں حرارت پیدا ہوتی ہے۔ مول، کمیت اور حجم کے اعتبار سے ڈائی ہائڈروجن، میتھین، LPG کے احتراق کے نتیجے میں پیدا ہونے والی توانائی کو جدول 9.5 میں دکھایا گیا ہے۔

اس جدول سے ظاہر ہے کہ کمیت برائے کمیت کی بنیاد پر ڈائی ہائڈروجن پٹرول سے زیادہ (تقریباً تین گنا) توانائی پیدا کر سکتی ہے۔ اس کے علاوہ ڈائی ہائڈروجن کے احتراق سے پیٹرول کے مقابلہ میں آلودگی بھی کم ہوتی ہے۔ واحد پالیوینٹ ڈائی نائٹروجن کے آکسائڈ ہوسکتے ہیں (جو کہ ڈائی ہائڈروجن میں ڈائی نائٹروجن کی موجودگی کی وجہ سے ہوتی ہے)۔ سلنڈر میں تھوڑی مقدار میں پانی ڈال کر درجۂ حرارت کم کر دیتے ہیں جس سے ڈائی نائٹروجن اور ڈائی آکسیجن میں تعامل نہ ہو سکے۔ اس طرح آلودگی کو کم کیا جاسکتا ہے۔ تاہم جس برتن میں ڈائی ہائڈروجن رکھی ہو اس کی کمیت کا بھی لحاظ رکھنا چاہیے۔ کمپریسڈ (Compressed) ڈائی ہائڈروجن کے سلنڈر کا وزن ایک پٹرول کے ٹینک جو کہ برابر مقدار کی توانائی دے، تقریباً 30 گنا ہوتا ہے۔ ڈائی ہائڈروجن گیس کو 20 K تک ٹھنڈا کرکے مائع حالت میں بھی تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ اس کے لئے قیمتی حاجز (Insulated) ٹینک درکار ہوں گے۔ تھوڑی مقدار میں ڈائی ہائڈروجن کا ذخیرہ کرنے کے لیے دھاتی بھرت (Alloy) جیسے $NaNi_5$، $Ti\text{-}TiH_2$، $Mg\text{-}Mg\ H_2$ کے ٹینک استعمال ہوتے ہیں۔ ان حدود کی وجہ سے ریسرچ کرنے والوں نے متبادل تکنیکوں کو ڈائی ہائڈروجن کے موثر استعمال کے لیے تلاش کیا ہے۔

اس لحاظ سے ہائڈروجن معیشت (Hydrogen Economy) ایک متبادل ہے۔ ہائڈروجن معیشت کا بنیادی اصول گیس یا رقیق ڈائی ہائڈروجن کی شکل میں توانائی کا ذخیرہ اور نقل وحمل ہے۔ ہائڈروجن معیشت کا یہ فائدہ ہے کہ توانائی کی ترسیل برقی پاور کے بجائے ڈائی ہائڈروجن کی شکل میں ہوتی ہے۔ ہندوستان کی تاریخ میں پہلی بار اکتوبر 2005ء میں ایک پائلٹ پروجکٹ شروع ہوا جس کے تحت آٹو مابائل کو چلانے کے لیے ڈائی ہائڈروجن گیس کو ایندھن کے طور پر استعمال کیا گیا۔ ابتدا میں 5% ڈائی ہائڈروجن کو CNG میں ملا کر چار پہیوں کی گاڑیوں میں استعمال کیا گیا۔ ڈائی ہائڈروجن کی فیصد مقدار بتدریج بڑھا کر صحیح سطح پر لائی جائیگی۔

آج کل برقی پاور پیدا کرنے کے لیے اس کا استعمال ایندھن سیل (Fuel Cells) میں کیا جاتا ہے۔ امید ہے کہ آئندہ سالوں میں ڈائی ہائڈروجن کو اپنے استعمال میں بحیثیت عام توانائی کے ایک اقتصادی، مضبوط اور محفوظ ذریعہ جانا جائے گا۔

جدول 9.5 مول، کمیت اور حجم کے اعتبار سے مختلف ایندھنوں کے احتراق سے حاصل ہونے والی توانائی

احتراق کے نتیجے میں پیدا ہونے والی توانائی (kJ میں)	ڈائی ہائڈروجن (گیسی حالت میں)	ڈائی ہائڈروجن (رقیق حالت میں)	LPG	CH_4 گیس	آکٹین (Octane) (رقیق حالت میں)
فی مول	286	285	2220	880	5511
فی گرام	143	142	50	53	47
فی لیٹر	12	9968	25590	35	34005

خلاصہ

ہائڈروجن سب سے ہلکا ایٹم ہے جس میں صرف ایک الیکٹران ہوتا ہے۔اس الیکٹران کے نکل جانے سے ایک بنیادی ذرہ پروٹان بنتا ہے۔اس طرح اس کا یکتا مزاج ہے۔اس کے تین ہم جا پروٹیم (^1_1H) ڈیوٹیریم (D یا ^2_1H)اورٹرائٹیم (T یا ^3_1H) ہوتے ہیں۔ان تین میں سے صرف ٹرائٹیم تابکار ہے۔قلوی دھاتوں اور ہیلوجنوں سے مشابہت کے باوجود اپنی یکتا خصوصیات کی وجہ سے دوری جدول میں اس کا مقام الگ ہے۔

ہائڈروجن کائنات میں سب سے زیادہ پایا جانے والا عنصر ہے۔کرۂ ارض پر یہ آزاد حالت میں تقریباً نہیں پایا جاتا ہے۔اجتماعی حالت میں یہ سطح ارض پر تیسرا سب سے زیادہ پایا جانے والا عنصر ہے۔

صنعتی پیمانے پر ڈائی ہائڈروجن کو پٹرو کیمیکلس سے **واٹر گیس شفٹ تعامل** کے ذریعے تیار کرتے ہیں۔ برائن (Brine) کی برق پاشیدگی میں یہ ضمنی ماحصل (By-product) کے طور پر حاصل ہوتا ہے۔

کسی بھی عنصر کے مقابلے کے دو ایٹموں کے درمیان واحد بند کے لیے ڈائی ہائڈروجن کی H – H **بند افتراق اینتھالپی** سب سے زیادہ (435.88 kJ mol^{-1}) ہے۔اس خصوصیت کی وجہ سے اس کا استعمال ایٹمی ہائڈروجن ٹارچ میں کرتے ہیں جس سے درجہ حرارت 4000 K پیدا ہوتا ہے جو اونچے گداخت کی دھاتوں کو جوڑنے (Welding) میں بہت مناسب ہے۔

اگرچہ زیادہ منفی افتراق اینتھالپی کی وجہ سے ڈائی ہائڈروجن کمرہ کے درجۂ حرارت پر غیر عامل ہوتا ہے پھر بھی یہ تمام عناصر سے مناسب حالات میں مل کر **ہائڈرائڈ** بناتی ہے۔تمام ہائڈرائڈوں کی درجہ بندی تین زمروں میں کر سکتے ہیں۔آینی یا نمکین ہائڈرائڈ، شریک گرفت یا سالماتی ہائڈرائڈ اور دھاتی یا غیر تناسب پیمائی ہائڈرائڈ۔قلوی دھاتوں کے ہائڈرائڈ دوسرے ہائڈرائڈ مرکبات بنانے کے لیے اچھے ریجنٹ ہوتے ہیں۔ روز مرہ کی زندگی میں سالماتی ہائڈرائڈ (جیسے B_2H_6، CH_4، NH_3، H_2O) بہت اہم ہیں۔ ڈائی ہائڈروجن کی ماورائی تخلیص (Ultrapurification) اور ڈائی ہائڈروجن کے ذخیرہ کے ذریعے (Stroage Media) کے طور پر دھاتی ہائڈرائڈ بہت کارآمد ہیں۔

ڈائی ہائڈروجن کے دیگر تعاملات میں **تحویلی تعاملات** کے ذریعہ ہائڈروجن ہیلائڈ، پانی، امونیا، میتھنال، بناسپتی گھی وغیرہ بنانا بہت اہم ہیں۔فلز کاری (Metallurgical) عملوں میں اس کا استعمال دھاتوں کے آکسائڈوں کی تحویل میں کیا جاتا ہے۔خلائی پروگراموں میں اس کا استعمال راکٹ ایندھن کے طور پر کرتے ہیں۔مستقبل قریب میں اس کا استعمال ایک غیر آلودہ ایندھن کے طور پر متوقع ہے **(ہائڈروجن معیشت)**۔

پانی سب سے زیادہ عام اور افراط میں ملنے والی شے ہے۔اس کی کیمیائی اور حیاتیاتی اہمیت بہت زیادہ ہے۔جس آسانی سے پانی مائع سے ٹھوس اور گیس حالتوں میں تبدیل ہو جاتا ہے اس کی وجہ سے **کرۂ حیات** (Biosphere) میں اس کا اہم کردار ہے۔اپنی خمیدہ ساخت کی وجہ سے پانی کا سالمہ کافی قطبی (Polar) ہوتا ہے۔اس خصوصیت کی وجہ سے اس میں ہائڈروجن بند ہوتے ہیں جو برف میں سب سے زیادہ اور پانی کی بھاپ میں بہت کم ہوتے ہیں۔قطبی فطرت ہونے کی وجہ سے یہ (a) آینی اور جزوی آینی مرکبات کے لیے بہترین محلل ہے۔(b) ایمفوٹیرک شے کی طرح کام کرتا ہے اور (c) مختلف قسم کے ہائڈرائڈ بناتا ہے۔ بہت سے نمکوں کو زیادہ مقدار میں اپنے اندر حل کر لینے کی وجہ سے یہ سخت اور صنعتی استعمال میں خطرناک ہو جاتا ہے۔ عارضی اور مستقل دونوں طرح کی سختیوں کو زیولائٹ استعمال کر کے اور تالیفی آین ایکسچینجز (Exchangers) کے ذریعہ دور کر سکتے ہیں۔

بھاری پانی D_2O دوسرا اہم مرکب ہے جو عام پانی کی الیکٹرولائٹک افزونی سے حاصل ہوتا ہے۔اس کا استعمال زیادہ تر نیوکلیائی ری ایکٹر (Nuclear Recactors) میں موڈریٹر کے طور پر کرتے ہیں۔

ہائڈروجن پر آکسائڈ کی ایک دلچسپ غیر قطبی ساخت ہوتی ہے اور اس کو اکثر صنعتوں میں رنگ اڑانے، ادویات میں، گھریلو اور کارخانوں سے پیدا ہوئی آلودگی کو قابو میں رکھنے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔

مشقیں

9.1 الیکٹرانی تشکل کی بنا پر دوری جدول میں ہائڈروجن کے مقام کو بجا ثابت کیجیے۔

9.2 ہائڈروجن کے ہم جاؤں کے نام لکھیے۔ ان ہم جاؤں کا کمیتی تناسب کیا ہے؟

9.3 عام حالات میں ہائڈروجن یک ایٹمی شکل کے بجائے دو ایٹمی شکل میں کیوں پائی جاتی ہے؟

9.4 'کول گیسی فکیشن کے ذریعہ حاصل ہونے والی ڈائی ہائڈروجن کی پیداوار کیسے بڑھائی جاسکتی ہے؟

9.5 برق پاشیدگی کے ذریعہ زیادہ مقدار میں ہائڈروجن بنانے کے طریقہ کو بیان کیجیے۔ اس عمل میں الیکٹرولائٹ (Electrolyte) کا کیا کام ہے؟

9.6 مندرجہ ذیل مساوات کو مکمل کیجیے:

(i) $H_2(g) + M_mO_o(s) \xrightarrow{\Delta}$

(ii) $CO(g) + H_2(g) \xrightarrow[\text{وسیط}]{\Delta}$

(iii) $C_3H_8(g) + 3H_2O(g) \xrightarrow[\text{وسیط}]{\Delta}$

(iv) $Zn(s) + NaOH(aq) \xrightarrow{\text{حرارت}}$

9.7 H-H بانڈ کی زیادہ اینتھالپی کے نتائج پر ڈائی ہائڈروجن کی کیمیائی تعاملیت کے تعلق سے بحث کیجیے۔

9.8 (i) الیکٹران ڈیفیشنٹ (ii) الیکٹران پریسائز اور (iii) الیکٹران رچ ہائڈروجن کے مرکبات سے آپ کیا سمجھتے ہیں؟ مناسب مثالوں سے واضح کیجیے۔

9.9 الیکٹران کی کمی والے ہائڈرائڈ کی ان کی ساخت اور کیمیائی تعامل کے لحاظ سے کس طرح کی خصوصیات کی امید ہے؟

9.10 (C_nH_{2n+2}) قسم کے کاربن ہائڈرائڈ کے 'لوئس' ایسڈ یا اساس کی طرح کام کرنے کے بارے میں کیا امید کرتے ہیں؟ اپنے جواب کو ثابت کیجیے۔

9.11 آپ غیر تناسب پیمائی (Non-Stoichiometric) ہائڈرائڈوں سے کیا سمجھتے ہیں؟ کیا آپ امید کرتے ہیں کہ اس طرح کے ہائڈرائڈ قلمی دھاتوں سے بنتے ہیں؟ اپنے جواب کو ثابت کیجیے۔

9.12 آپ ہائڈروجن کے ذخیرہ کے لیے دھاتی ہائڈرائڈوں کے استعمال کے بارے میں کیا امید رکھتے ہیں؟ واضح کیجیے۔

9.13 کاٹنے یا ویلڈنگ میں ایٹمی ہائڈروجن یا آکسی ہائڈروجن ٹارچ کس طرح کام کرتا ہے؟ سمجھائیے۔

9.14 NH_3، H_2O اور HF میں سے کس میں آپ سب سے زیادہ ہائڈروجن بندشوں کی امید کرتے ہیں اور کیوں؟

9.15 نمکین (Saline) ہائڈرائڈ پانی سے شدت کے ساتھ تعامل کرکے آگ پیدا کرتے ہیں۔ کیا CO_2 جو کہ آگ بجھانے کے لیے مشہور ہے اس میں استعمال کر سکتے ہیں؟ سمجھائیے۔

9.16 مندرجہ ذیل کو ترتیب دیجیے:

(i) CaH_2، BeH_2 اور TiH_2 کو بڑھتی ہوئی برق ایصالیت (Conductance) کے لحاظ سے

(ii) LiH، NaH اور CsH کو بڑھتی ہوئی آینی خصوصیت (Ionic Charecter) کے لحاظ سے

(iii) H-H، D-D اور F-F کو بڑھتی ہوئی بانڈ افتراق اینتھالپی کے لحاظ سے

(iv) NaH، MgH_2 اور H_2O کو ان کی تحویلی (Reducing) خصوصیت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں

9.17 H_2O اور H_2O_2 کی ساختوں کا موازنہ کیجیے۔

9.18 آپ H_2O کے آٹو پروٹولسس (Auto-protolysis) سے کیا سمجھتے ہیں؟ اس کی کیا اہمیت ہے؟

9.19 پانی کا F_2 کے ساتھ تعامل دیکھیے اور بتلایئے کہ تکسید اور تحویل کے اعتبار سے کس کی تکسید اور کس کی تحویل ہوتی ہے؟

9.20 مندرجہ ذیل تعاملات کو مکمل کیجیے۔

(i) $PbS(s) + H_2O_2(aq) \rightarrow$

(ii) $MnO_4^-(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow$

(iii) $CaO(s) + H_2O(g) \rightarrow$

(iv) $AlCl_3(g) + H_2O(l) \rightarrow$

(v) $Ca_3N_2(s) + H_2O(l) \rightarrow$

مندرجہ بالا کی درجہ بندی (a) آب پاشیدگی (Hydrolysis) (b) تکسیدی-تحویلی (Redox) اور (c) آبیدگی (Hydration) تعاملات کے تحت کیجیے۔

9.21 برف کی عام شکل کی ساخت بیان کیجیے۔

9.22 پانی کی عارضی اور مستقل سختیوں کی کیا وجہ ہے؟

9.23 سخت پانی کو نرم کرنے کے لیے تالیفی آین ایکسچینج ریزن کا اصول اور طریقہ سمجھایئے۔

9.24 پانی کی ایمفوٹیرک فطرت کو ظاہر کرنے کے لیے کیمیائی تعاملات لکھیے۔

9.25 کیمیائی تعاملات لکھ کر واضح کیجیے کہ ہائڈروجن پرآکسائڈ تکسیدی ایجنٹ اور تحویلی ایجنٹ دونوں طرح سے کام کرسکتا ہے۔

9.26 غیر معدنی (Demineralized) پانی کا کیا مطلب ہے اور اس کو کس طرح حاصل کیا جاسکتا ہے؟

9.27 کیا غیر معدنی یا کشیدہ (Distilled) پانی پینے کے لیے کارآمد ہے؟ اگر نہیں تو اس کو کیسے کارآمد بنایا جاسکتا ہے؟

9.28 کرۂ حیات اور حیاتیاتی طریقوں میں پانی کی افادیت کا تذکرہ کیجیے۔

9.29 پانی کی کون سی خصوصیات اس کو محلل کی طرح مفید بناتی ہیں؟ کس طرح کے مرکبات کو یہ (i) حل کرتا ہے (ii) آب پاشیدہ کرتا ہے۔

9.30 H_2O اور D_2O کے کی خصوصیات کو جان کر کیا آپ سوچتے ہیں کہ D_2O پینے کے لیے استعمال ہوسکتا ہے؟

9.31 آب پاشیدگی (Hydrolysis) اور آبیدگی (Hydration) میں کیا فرق ہے؟

9.32 نمکین (Saline) ہائڈرائڈ نامیاتی مرکبات سے پانی کے شائبہ (Traces) کو کس طرح ہٹاتے ہیں؟

9.33 ایٹمی اعداد 15، 19، 23 اور 44 کے عناصر کے ڈائی ہائڈروجن سے بنے ہائڈرائڈوں کی فطرت (Nature) کے بارے میں آپ کیا امید کرتے ہیں؟ پانی کے ساتھ ان کے طرزِ عمل کا موازنہ کیجیے۔

9.34 کیا آپ محلول میں مختلف مصنوعات کی امید کرتے ہیں جب المونیم (III) کلورائڈ اور پوٹاشیم کلورائڈ الگ الگ (i) عام پانی (ii) تیزابی پانی اور (iii) قلوی پانی کے ساتھ تعامل کرتا ہے۔

9.35 H_2O_2 بلیچنگ ایجنٹ (Bleaching Agent) کے طور پر کس طرح کام کرتا ہے۔

9.36 مندرجہ ذیل اصطلاحات سے آپ سمجھتے ہیں:

(i) ہائڈروجن معیشت (ii) ہائڈروجینیشن (Hydrogenation) (iii) سنگیس (Syngas)

(iv) واٹر گیس شفٹ (Water gas shift) تعامل (v) ایندھن سیل (Fuel Cell)

اکائی 10

ایس (s) بلاک عناصر
(The s-Block Elements)

قلوی اور قلوی مٹی دھاتوں کا پہلا عنصر کئی معاملوں میں اس گروپ کے دوسرے عناصر سے مختلف ہوتا ہے۔

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- قلوی دھاتوں اور ان کے مرکبات کی عام خصوصیات سمجھ سکیں؛
- قلوی مٹی دھاتیں اور ان کے مرکبات کی عام خصوصیات کی تشریح کر سکیں؛
- صنعتی طور پر اہم سوڈیم اور کیلشیم کے مرکبات بشمول پورٹ لینڈ سیمنٹ کو بڑے پیمانے پر بنانا، ان کی خاصیت اور استعمال بیان کر سکیں؛
- سوڈیم، پوٹاشیم، میگنیشیم اور کیلشیم دھاتوں کی حیاتیاتی اہمیت کو سمجھ سکیں۔

دوری جدول کے s- بلاک عناصر وہ ہیں جن میں آخری الیکٹران سب سے باہری s- اربٹل میں داخل ہوتا ہے۔ چونکہ s اربٹل میں دو الیکٹران رہ سکتے ہیں اس لیے صرف دو گروپ (1 اور 2) دوری جدول کے s بلاک میں پائے جاتے ہیں۔ دوری جدول کے گروپ 1 میں لیتھیم، سوڈیم، پوٹاشیم، روبیڈیم، سیزیم اور فرانسیم عناصر ہوتے ہیں۔ ان کو قلوی دھاتیں کہتے ہیں۔ قلوی اس لیے کہلاتے ہیں کیونکہ یہ پانی سے تعامل کر کے ہائڈرا کسائڈ بناتے ہیں جو کہ فطرتاً بہت زیادہ قلوی ہوتے ہیں۔ گروپ 2 میں بیریلیم، میگنیشیم، کیلشیم، اسٹرونشیم، بیریم اور ریڈیم عناصر ہوتے ہیں۔ ان عناصر (بیریلیم کو چھوڑ کر) کو عموماً قلوی مٹی دھاتیں کہتے ہیں۔ ان کو یہ اس لیے کہتے ہیں کیونکہ ان کے آکسائڈ اور ہائڈرا کسائڈ فطرتاً بہت زیادہ قلوی ہوتے ہیں اور یہ دھاتی آکسائڈ قشرارض (Crust)* میں پائے جاتے ہیں۔

قلوی دھاتوں میں سوڈیم اور پوٹاشیم زیادہ افراط میں اور لیتھیم، روبیڈیم اور سیزیم کم افراط میں پائے جاتے ہیں (جدول 10.1) فرانسیم تابکار ہے۔ اس کا طویل مدتی قدرتی ہم جا ^{223}Fr ہے جس کی نصف عمر صرف 21 منٹ ہے۔ زمین کے قشر میں قلوی دھاتوں میں افراط کے لحاظ سے کیلشیم کا پانچواں اور میگنیشیم کا چھٹا نمبر ہے۔ اسٹرونشیم اور بیریم کی افراط بہت کم ہے۔ بیریلیم نادر ہے اور ریڈیم سب سے زیادہ نادر ہے جو کہ آتشی چٹانوں (Igneous Rocks)† کا صرف 10^{-10} فی صد ہے (جدول 10.1 صفحہ 330)۔

* زمین کی پتلی چٹانی باھری پرت قشر (Crust) ھے † ایک قسم کی چٹان جو میگما (Magma) یعنی پگھلی ہوئی چٹان کے ٹھنڈے ہو کر سخت ہو جانے سے بنتی ھے۔

s بلاک عناصر کا عمومی الیکٹرانی تشکل [نوبل گیس] ns^1 برائے قلوی دھاتیں اور [نوبل گیس] ns^2 برائے قلوی مٹی دھاتیں ہے۔

گروپ 1 اور گروپ 2 کے بالترتیب عناصر لیتھیم اور بیریلیم کی خصوصیات اپنے گروپ کے دوسرے ممبروں سے مختلف ہیں۔ اپنی بے ربط خصوصیات کے اعتبار سے یہ اگلے گروپ کے دوسرے عنصر سے میل کھاتے ہیں۔ اس طرح لیتھیم خصوصیات کے اعتبار سے میگنیشیم اور بیریلیم خصوصیات کے اعتبار سے ایلومینیم سے یکسانیت رکھتا ہے۔ دوری جدول میں اس طرح کی وتری یکسانیت کو وتری تعلق (Diagonal Relationship) کہتے ہیں۔ یہ وتری تعلق عناصر کے آینوں کی جسامت اور/ یا چارج/نصف قطر کی نسبت کی یکسانیت کی وجہ سے ہے۔ یک گرفتہ سوڈیم اور پوٹاشیم آین اور دو گرفتہ میگنیشیم اور کیلشیم آین حیاتیاتی سیالوں میں بہت مقدار میں پائے جاتے ہیں۔ یہ آین آینوں کا توازن اور اعصابی ترنگ کا ایصال (Nerve Impuls Conduction) جیسے اہم حیاتیاتی افعال انجام دیتے ہیں۔

10.1 گروپ 1 کے عناصر: قلوی دھاتیں

(Group 1 Elements: Alkali Metals)

ایٹمی عدد بڑھنے کے ساتھ قلوی دھاتیں اپنی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات میں باضابطہ رجحان کا اظہار کرتی ہیں۔ قلوی دھاتوں کی ایٹمی، طبیعی اور کیمیائی خصوصیات کا تذکرہ ذیل میں ہے۔

10.1.1 الیکٹرانی تشکل

(Electronic Configuration)

تمام قلوی دھاتوں میں ایک گرفت الیکٹران ns^1 (جدول 10.1) نوبل گیس کور (Noble Gas Core) کے باہر ہوتا ہے۔ ان عناصر کے سب سے باہری خول (Shell) میں s الیکٹران ڈھیلا جڑا ہوتا ہے جو آسانی سے الگ ہو کر ان عناصر کو بہت زیادہ برقی مثبت (Electropositive) دھات بناتا ہے اور یک گرفت (Monovalent) آین M^+ ملتا ہے۔ اس لیے یہ آزاد حالت میں کبھی نہیں پائی جاتیں۔

عنصر	علامت	الیکٹرانی ساخت
لیتھیم	Li	$1s^2 2s^1$
سوڈیم	Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
پوٹاشیم	K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
روبیڈیم	Rb	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4P^6 5s^1$
سیزیم	Cs	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4P^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$ یا $[Xe]6s^1$
فرانسیم	Fr	$[Rn]7s^1$

10.1.2 ایٹمی اور آینی نصف قطر

(Atomic & Ionic Radii)

دوری جدول کے کسی دور (Period) میں قلوی دھات کے ایٹم کی جسامت سب سے زیادہ ہوتی ہے۔ ایٹمی عدد بڑھنے سے ایٹم بھی بڑا ہوتا جاتا ہے۔ یک گرفت آین (M^+) اپنے اصل ایٹم سے چھوٹا ہوتا ہے۔ گروپ میں نیچے جانے سے قلوی دھاتوں کے ایٹمی اور آینی نصف قطر بڑھتے ہیں یعنی Li سے Cs کی طرف چلنے پر ان کا سائز بڑھتا ہے۔

10.1.3 آیونائیزیشن اینتھالپی (Ionisation Enthalpy)

قلوی دھاتوں کی آیونائیزیشن اینتھالپی کافی کم ہوتی ہے اور گروپ میں Li سے Cs کی طرف چلنے پر گھٹتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جسامت کی بڑھوتری نیوکلیائی چارج کی بڑھوتری کے اثر کو کم کر دیتی ہے۔

10.1.4 ہائیڈریشن اینتھالپی (Hydration Enthalpy)

قلوی دھاتوں کے آینوں کی ہائیڈریشن اینتھالپی آینی جسامت بڑھنے پر گھٹتی ہے۔

$$Li^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$$

Li^+ کی آبیدگی کا درجہ سب سے زیادہ ہوتا ہے اس لیے لیتھیم کے نمک اکثر آبیدہ ہوتے ہیں جیسے $LiCl \cdot 2H_2O$۔

10.1.5 طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

تمام قلوی دھاتیں چاندی کی طرح سفید، نرم اور ہلکی ہوتی ہیں۔ بڑی جسامت ہونے کی وجہ سے ان عناصر کی کثافت کم ہوتی ہے جو کہ گروپ میں نیچے کی طرف چلنے پر Li سے Cs تک بڑھتی ہے۔ پوٹاشیم حالانکہ

سوڈیم سے ہلکا ہوتا ہے۔قلوی دھاتوں کے کم نقطہ گداخت اور نقطہ جوش یہ ظاہر کرتے ہیں کہ ان کے صرف ایک گرفت الیکٹران کی وجہ سے ان میں دھاتی بندش کمزور ہوتی ہیں۔تکسیدی لو (Oxidizing Flame) میں قلوی دھاتیں اوران کے نمک مخصوص رنگ دیتے ہیں۔جس کی وجہ یہ ہے کہ لو کی حرارت باہری اربٹل کے الیکٹران کو اونچی توانائی کی سطح پر لے جاتی ہے۔جب مشتعل الیکٹران گراؤنڈ اسٹیٹ (Ground State) پر واپس آتا ہے تو اسپیکٹرم کے مرئی خطہ (Visible Region) میں اشعاع (Radiation) کا اخراج ہوتا ہے جو مندرجہ ذیل ہے۔

دھات	Li	Na	K	Rb	Cs
رنگ	قرمزی سرخ	زرد	بنفشی	سرخ بنفشی	نیلا
λ/nm	670.8	589.2	766.5	780.0	455.5

اس لیے قلوی دھاتوں کی شناخت متعلقہ فلیم ٹیسٹ کے ذریعے کی جاسکتی ہے اوران کا تعین فلیم فوٹو میٹری (Flame Photometry) کے ذریعے کر سکتے ہیں۔ان عناصر پر جب روشنی کی اشعاع ریزی کی جاتی ہے تو نوری توانائی (Light Energy) کا انجذاب (Absorption) ایٹم سے الیکٹران نکالنے کے لیے کافی ہے۔اس خاصیت کی وجہ سے سیزیم اور پوٹاشیم کو الیکٹروڈ کے طور پر ضیا برقی سیل (Photoelectric Cell) میں استعمال کرتے ہیں۔

10.1.6 کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

اپنی بڑی جسامت اور کم آیونائیزیشن اینتھالپی کی وجہ سے قلوی دھاتیں بہت زیادہ متعامل (Reactive) ہوتی ہیں۔ ان دھاتوں کی تعاملیت گروپ میں نیچے جانے پر بڑھتی ہے۔

(i) **ہوا سے متعاملیت:** خشک ہوا میں آکسائڈ بننے کی وجہ سے قلوی دھاتیں میلی (Tarnish) ہو جاتی ہیں جو بعد میں نمی سے تعامل

جدول 10.1 قلوی دھاتوں کی ایٹمی اور طبیعی خصوصیات

خصوصیات	لیتھیم Li	سوڈیم Na	پوٹاشیم K	روبیڈیم Rb	سیزیم Cs	فرانشیم
ایٹمی عدد	3	11	19	37	55	87
ایٹمی کمیت ($g\ mol^{-1}$)	6.94	22.99	39.10	85.47	132.91	(223)
الیکٹرانی تشکل	$[He]2s^1$	$[Ne]3s^1$	$[Ar]4s^1$	$[Kr]5s^1$	$[Xe]6s^1$	$[Rn]\ 7s^1$
آیونائیزیشن اینتھالپی/ $kJ\ mol^{-1}$	520	496	419	403	376	~375
ہائیڈریشن اینتھالپی/ $kJ\ mol^{-1}$	–506	–406	–330	–310	–276	–
دھاتی نصف قطر/pm	152	186	227	248	265	–
آینی نصف قطر M^+/pm	76	102	138	152	167	(180)
نقطہ گداخت/K	454	371	336	312	302	–
نقطہ جوش/K	1615	1156	1032	961	944	–
کثافت $g\ cm^{-3}$	0.53	0.97	0.86	1.53	1.90	–
معیاری مضمر $E^\ominus/V$ برائے (M^+/M)	–3.04	–2.714	–2.925	–2.930	–2.927	–
کرہ ارض میں وقوع†	18*	2.27**	1.84**	78 .12*	2–6*	~ 10^{-18} *

*ppm (پارٹ پرملین)؛ ** فیصد وزن؛ † کرۂ ارض: زمین کی باہری پرت، قشر ارض اور بالائی غلاف کا حصہ

کر کے ہائڈراکسائڈ بناتی ہیں۔ آکسیجن میں یہ شدت سے جل کر آکسائڈ بناتی ہیں۔ لیتھیم مونو آکسائڈ بناتا ہے، سوڈیم، پرآکسائڈ بناتا ہے اور دوسری دھاتیں سپر آکسائڈ بناتی ہیں۔

$$4Li + O_2 \longrightarrow 2Li_2O$$ (آکسائڈ)

$$2Na + O_2 \longrightarrow Na_2O_2$$ (پرآکسائڈ)

$$M + O_2 \longrightarrow MO_2$$ (سپر آکسائڈ)

(M = K, Rb, Cs)

ان تمام آکسائڈوں میں قلوی دھات کی تکسیدی حالت +1 ہے۔ لیتھیم ہوا کی نائٹروجن سے براہ راست مل کر نائٹرائڈ (Li_3N) بناتا ہے جو کہ ایک استثنائی طرز عمل ہے۔ کیوں کہ قلوی دھاتیں، ہوا اور پانی کے ساتھ بہت تیزی سے تعامل کرتی ہیں اس لیے ان کو عموماً مٹی کے تیل میں رکھتے ہیں۔

مسئلہ 10.1

KO_2 میں K کی تکسیدی حالت کیا ہے؟

حل

سپر آکسائڈ انواع کو O_2^- سے ظاہر کرتے ہیں چونکہ مرکب تعدیلی (Neutral) ہے اس لیے پوٹاشیم کی تکسیدی حالت +1 ہے۔

(ii) پانی سے معاملیت : قلوی دھاتیں پانی سے تعامل کر کے ہائڈراکسائڈ اور ڈائی ہائڈروجن بناتی ہیں۔

$$2M + H_2O \longrightarrow 2M^+ + 2OH^- + H_2$$

(M = قلوی دھات)

اگرچہ لیتھیم کی سب سے زیادہ منفی E° قدر ہے (جدول 10.1) اس کا پانی سے تعامل سوڈیم، جس کی قلوی دھاتوں میں سب سے کم منفی E° قدر ہوتی ہے، کے مقابلے کم شدت ہوتا ہے۔ گروپ کی دوسری دھاتیں پانی کے ساتھ دھماکہ خیز تعامل کرتی ہیں۔

یہ پروٹان معطی (Proton Donors) جیسے الکوحل، گیسی امونیا اور الکائنز (Alkynes) سے بھی تعامل کرتی ہیں۔

(iii) ڈائی ہائڈروجن سے معاملیت: قلوی دھاتیں ڈائی ہائڈروجن سے تقریباً 673 K (لیتھیم 1073 K پر) پر تعامل کر کے ہائڈرائڈ بناتی ہیں۔ تمام قلوی دھاتی ہائڈرائڈ اونچے نقطہ گداخت کے آئنی ٹھوس ہوتے ہیں۔

$$2M + H_2 \longrightarrow 2M^+H^-$$

(iv) ہیلوجن سے معاملیت: قلوی دھاتیں ہیلوجن سے تیزی سے تعامل کر کے آئنی ہیلائڈ M^+X^- بناتے ہیں۔ تاہم لیتھیم ہائڈرائڈ کچھ شریک گرفت ہوتے ہیں جس کی وجہ لیتھیم آئن کی زیادہ تقطیب (Polarization) کی صلاحیت ہے (کسی کیٹ آئن کے ذریعہ منفی آئن کے الیکٹرانی بادل کو مسخ کرنا، تقطیب (Polarisation) کہلاتا ہے)۔ Li^+ آین جسامت میں بہت چھوٹا ہوتا ہے اس لیے اس میں منفی ہیلائڈ آینوں کے الیکٹرانی بادل کی مسخ کی طاقت زیادہ ہوتی ہے۔ چونکہ بڑے جسامت کے منفی آین آسانی سے مسخ اختیار کرسکتا ہے اس لیے ہیلائڈوں میں دھاتی آیوڈائڈ فطرتاً سب سے زیادہ شریک گرفت ہوتا ہے۔

(v) تحویلی فطرت : قلوی دھاتیں قوی تحویلی ایجنٹ ہوتی ہیں جس میں لیتھیم سب سے زیادہ اور سوڈیم سب سے کم (جدول 10.1)۔ معیاری الیکٹروڈ مضمر (Standard Electrode Potential) ($E^\ominus$) جو کہ تحویلی صلاحیت کی پیائش ہے، کل تبدیلی کو ظاہر کرتا ہے۔

$$M(s) \longrightarrow M(g)$$ (تصعید اینتھالپی)

$$M(g) \longrightarrow M^+(g) + e^-$$ (آیونائزیشن اینتھالپی)

$$M^+(g) + H_2O \longrightarrow M^+(aq)$$ (ہائیڈریشن اینتھالپی)

اپنے آین کے چھوٹا ہونے کی وجہ سے لیتھیم کی ہائیڈریشن اینتھالپی سب سے زیادہ ہے جس کی وجہ سے اس کی زیادہ منفی $E^\ominus$ قدر اور زیادہ تحویلی صلاحیت ہے۔

مسئلہ 10.2

Cl_2/Cl^- کے لیے $E^\ominus$ کی قدر +1.36 ہے، I_2/I^- کے لیے +0.53، Ag^+/Ag کے لیے +0.79، Na^+/Na کے -2.71 اور Li^+/Li کے لیے -3.04 ہے۔ مندرجہ ذیل آئنی انواع کو ان کی گھٹتی ہوئی تحویلی صلاحیت کی ترتیب میں لکھیے۔

I^-, Ag, Cl^-, Li, Na

حل

ترتیب یہ ہے $Li > Na > I^- > Ag > Cl^-$

(vi) مائع امونیا میں محلول: قلوی دھاتیں مائع امونیا میں گھل کر گہرے نیلے رنگ کے محلول بناتی ہیں جو کہ فطرتاً موصل ہیں۔

$$M + (x + y)NH_3 \rightarrow [M(NH_3)_x]^+ + [e(NH_3)_y]^-$$

محلول کا نیلا رنگ امونیائی الیکٹران کی وجہ سے ہے جو کہ مرئی روشنی کے سرخ خطہ کی توانائی کو جذب کر کے محلول کو نیلا رنگ عطا کرتا ہے۔ محلول مقناطیس پسند (Paramagnetic) ہوتے ہیں اور رکھنے پر دھیرے دھیرے ہائڈروجن خارج کرتے ہیں نتیجے کے طور پر امائڈ بنتا ہے۔

$$M^+_{(am)} + e^- + NH_3\,(l) \rightarrow MNH_{2(am)} + ½H_2\,(g)$$

(جہاں 'am' امونیا میں محلول کو ظاہر کرتا ہے)

مرتکز محلول میں نیلا رنگ کانسی (Bronze) رنگ میں تبدیل ہوجاتا ہے اور ڈایا مقناطیسی (Diamagnetic) بن جاتا ہے۔

10.1.7 استعمال (Uses)

لیتھیم دھات کا استعمال کارآمد بھرتیں (Alloys) بنانے میں کیا جاتا ہے مثلاً سیسہ (Pb) کے ساتھ "سفید دھات" بنانے میں جو موٹر انجنوں کے بیرنگ (Bearings) بنانے میں کام آتی ہے۔ ایلومینیم (Al) کے ساتھ ہوائی جہاز کے پرزے (Parts) اور میگنیشیم (Mg) کے ساتھ زرہ بکتر (Armour) کی پلیٹیں بنانے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔ اس کا استعمال حرارتی نیوکلیائی (Thermonuclear) تعاملات میں ہوتا ہے۔ لیتھیم کا الیکٹروکیمیکل سیل بنانے میں استعمال ہے۔ سوڈیم کا استعمال Na/Pb بھرت بنانے میں کرتے ہیں جو $PbEt_4$ اور $PbMe_4$ بنانے میں استعمال ہوتا ہے۔ پہلے ان نامیاتی-سیسہ کے مرکبات کا استعمال پٹرول میں اینٹی نوک ایڈیٹو (Antiknock Additives) کے طور پر ہوتا تھا لیکن سوڈیم کا یہ استعمال اب گاڑیوں میں لیڈ فری (Lead Free) پٹرول کے استعمال کی وجہ سے کم ہوتا جارہا ہے۔ مائع سوڈیم دھات کا استعمال فاسٹ بریڈر نیوکلیائی ری ایکٹر (Fast Breeder Nuclear Reactors) میں بحیثیت کولنٹ (Coolant) ہوتا ہے۔ پوٹاشیم حیاتیاتی نظام میں بہت اہم رول ادا کرتا ہے۔ پوٹاشیم کلورائڈ کھاد کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔ نرم صابن (Soft soap) بنانے میں پوٹاشیم ہائڈرا کسائڈ کا استعمال کرتے ہیں۔ یہ کاربن ڈائی آکسائڈ کا اچھا جاذب ہے۔ ضیا برقی سیل (Photoelectric Cells) بنانے میں سیزیم کا استعمال ہوتا ہے۔

10.2 قلوی دھاتوں کے مرکبات کی عام خصوصیات (General Characteristics of the Compounds of the Alkali Metals)

قلوی دھاتوں کے عام مرکبات کی فطرت عموماً آئنی ہوتی ہے۔ ذیل میں ان کے چند مرکبات کی خصوصیات کا تذکرہ ہے۔

10.2.1 آکسائڈ اور ہائڈرا کسائڈ (Oxides and Hydroxides)

زیادہ ہوا میں جلنے پر، لیتھیم خاص طور پر آکسائڈ، Li_2O بناتا ہے (ساتھ میں کچھ پرآکسائڈ Li_2O_2 بھی) سوڈیم، پرآکسائڈ Na_2O_2 بناتا ہے (اور کچھ سپر آکسائڈ NaO_2) جبکہ پوٹاشیم، روبیڈیم اور سیزیم سپر آکسائڈ MO_2 بناتے ہیں۔ مناسب حالات میں خالص مرکبات M_2O، M_2O_2 اور MO_2 بھی بنائے جاسکتے ہیں۔ دھاتی آئن کے سائز بڑھنے کے ساتھ ساتھ، پرآکسائڈ اور سپر آکسائڈ کے استحکام (Stability) بڑھتا ہے اس کی یہ وجہ ہے کہ کیٹس توانائی (Lattice energy) کے زیر اثر بڑے مثبت آئن، بڑے منفی آئنوں کا استحکام کرتے ہیں۔ دھات کے آئن کی بڑھتی جسامت کے ساتھ پر آکسائڈ اور سپر آکسائڈ کے استحکام (Stability) کا اثر ہے۔ یہ آکسائڈ پانی کے ذریعے بہ آسانی آب پاشیدہ (Hydrolyse) ہوکر ہائڈرا کسائڈ بناتے ہیں۔

$$M_2O + H_2O \longrightarrow 2M^+ + 2OH^-$$

$$M_2O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2M^+ + 2OH^- + H_2O_2$$

$$2MO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2M^+ + 2OH^- + H_2O_2 + O_2$$

خالص حالت میں آکسائڈ اور پرآکسائڈ بے رنگ ہوتے ہیں لیکن سپر آکسائڈ نارنجی یا پیلے رنگ کے ہوتے ہیں۔ سپر آکسائڈ مقناطیس پسند (Paramagnate) بھی ہوتے ہیں۔ غیر نامیاتی کیمیا میں سوڈیم پرآکسائڈ کا استعمال بحیثیت تکسیدی ایجنٹ کے بہت ہوتا ہے۔

مسئلہ 10.3

KO_2 مقناطیس پسند کیوں ہے؟

حل

سپر آکسائڈ O_2^- مقناطیس پسند اس لیے ہے کیونکہ اس میں π^*2p سالماتی اربٹل میں ایک بغیر جوڑے کا (Unpaired) الیکٹران موجود ہوتا ہے۔

آکسائڈ اور پانی کے درمیان ہونے والے تعامل کے نتیجے میں بننے والے ہائڈراکسائڈ سفید قلمی ٹھوس ہوتے ہیں۔ قلوی دھاتوں کے ہائڈراکسائڈ تمام اساسوں میں سب سے زیادہ قوی (Strong) ہوتے ہیں اور آزادی کے ساتھ پانی میں گھل کر زیادہ آبیدگی (Intense Hydration) کی وجہ سے بہت زیادہ حرارت پیدا کرتے ہیں۔

10.2.2 ہیلائڈس (Halide)

قلوی دھاتوں کے ہیلائڈ، MX (جہاں X = F، Cl، Br، I) اونچے نقطہ گداخت والے بے رنگ قلمی ٹھوس ہوتے ہیں۔ وہ مناسب آکسائڈ، ہائڈراکسائڈ یا کاربونیٹ کے آبی ہائڈروہیلک ایسڈ (HX) کے تعامل سے بنائے جاسکتے ہیں۔ تمام ہیلائڈوں کی تشکیل کی اینتھالپی (Enthalpies of Formation) بہت زیادہ منفی ہوتی ہیں۔ جب ہم گروپ میں نیچے کی طرف جاتے ہیں تو فلورائڈوں کے لیے $\Delta_f H^\ominus$ کی قدر کم منفی ہوتی جاتی ہے۔ جبکہ کلورائڈوں، برومائڈوں اور آیوڈائڈوں کے $\Delta_f H^\ominus$ کے لیے اس کا معکوس درست ہے۔ کسی دھات کے لیے $\Delta_f H^\ominus$ کی قدر فلورائڈ سے آیوڈائڈ تک کم منفی ہوتی جاتی ہے۔

نقطہ گداخت اور نقطہ جوش ہمیشہ اس رجحان کا اتباع کرتے ہیں: فلورائڈ > کلورائڈ > برومائڈ > آیوڈائڈ۔ یہ تمام ہیلائڈ پانی میں حل پذیر ہیں۔ LiF کی پانی میں کم حل پذیری اس کی زیادہ لیٹس اینتھالپی (Lattice Enthalpy) کی وجہ سے ہے جب کہ CsI کی کم حل پذیری اس کے دونوں آینوں کی ہائیڈریشن اینتھالپی (Hydration Enthalpy) کم ہونے کی وجہ سے ہے۔ لیتھیم کے دوسرے ہیلائڈ ایتھنال، ایسی ٹون اور ایتھائل ایسی ٹیٹ میں حل پذیر ہیں LiCl پیریڈین (Pyridine) میں بھی حل پذیر ہے۔

10.2.3 آکسوایسڈ کے نمک (Salts of Oxo-acids)

آکسوایسڈ وہ ہوتے ہیں جن میں ایک ایسڈک پروٹان ہائڈروکسل گروپ پر ہوتا ہے اور ایک آکسو گروپ اسی ایٹم سے جڑا ہوتا ہے جیسے کاربونک ایسڈ H_2CO_3، [$OC(OH)_2$]؛ سلفیورک ایسڈ H_2SO_4، [$O_2S(OH)_2$]۔ قلوی دھاتیں تمام آکسو ایسڈ سے تعامل کرتی ہیں۔ یہ عموماً پانی میں حل پذیر ہیں اور حرارتی طور پر مستحکم (Thermally Stable) ہوتے ہیں۔ ان کے کاربونیٹ (M_2CO_3) اور اکثر ہائڈروجن کاربونیٹ ($MHCO_3$) بھی حرارت کے تئیں کافی مستحکم رہتے ہیں۔ جیسے جیسے برقی مثبت خصوصیت (Electropositive Character) گروپ میں نیچے کی طرف بڑھتی ہے کاربونیٹ اور ہائڈروجن کاربونیٹ کے استحکام میں اضافہ ہوتا ہے۔ لیتھیم کاربونیٹ حرارت کے تئیں زیادہ مستحکم نہیں ہے لیتھیم بہت چھوٹی جسامت کا ہونے کی وجہ سے بڑے CO_3^{2-} آینوں کی تقطیب کر دیتا ہے اور زیادہ مستحکم Li_2O اور CO_2 بناتا ہے۔ اس کا ہائڈروجن کاربونیٹ ٹھوس حالت میں نہیں رہتا۔

10.3 لیتھیم کی بے ربط خصوصیات
(Anomalous Properties of Lithium)

لیتھیم کا بے ربط طرز عمل مندرجہ ذیل وجوہات سے ہوتا ہے: (i) اس کے ایٹم اور آین (Li^+) کی غیر معمولی چھوٹی جسامت (ii) زیادہ تقطیبی طاقت (Polarizing Power) (یعنی چارج/ نصف قطر تناسب)۔ ان کے نتیجے میں لیتھیم مرکبات کا شریک گرفت کردار بڑھ جاتا ہے جو ان مرکبات کے نامیاتی محلل میں حل پذیری کے لیے ذمہ دار ہے۔ مزید یہ کہ لیتھیم، میگنیشیم سے وتری (Diagonal) تعلق رکھتا ہے جس کا تذکرہ آگے آئے گا۔

10.3.1 لیتھیم اور دوسری قلوی دھاتوں کے درمیان فرق
(Points of Difference Between Lithium and Other Alkali Metals)

(i) لیتھیم زیادہ سخت ہوتا ہے۔ اس کے نقطہ گداخت اور نقطہ جوش دوسری قلوی دھاتوں سے کم ہوتے ہیں۔

(ii) قلوی دھاتوں میں لیتھیم سب سے کم تعامل پذیر ہے لیکن سب سے زیادہ تحویلی ایجنٹ ہے۔ دوسری قلوی دھاتوں کے برخلاف یہ ہوا میں جلنے پر مونوآکسائڈ Li_2O اور نائٹرائڈ Li_3N بناتا ہے۔

(iii) LiCl نم گیر ہوتا ہے اور ہائیڈریٹ $LiCl.2H_2O$ کی شکل میں کرسٹلائز ہو جاتا ہے۔ جبکہ دوسری قلوی دھاتوں کے کلورائڈ ہائڈریٹ نہیں بناتے۔

(iv) لیتھیم بائی کاربونیٹ ٹھوس شکل میں نہیں ملتا جب کہ دوسرے عناصر ٹھوس بائی کاربونیٹ بناتے ہیں۔

(v) دوسری قلوی دھاتوں کے برعکس لیتھیم ایتھائن سے تعامل کر کے ایتھائی نائڈ (Ethynide) نہیں بناتا۔

(vi) لیتھیم نائٹریٹ گرم کرنے پر لیتھیم آکسائڈ (Li_2O) دیتا ہے جبکہ دوسری قلوی دھاتوں کے نائٹریٹ تحلیل ہوکر نظیری نائٹرائٹ دیتے ہیں۔

$$4LiNO_3 \rightarrow 2Li_2O + 4NO_2 + O_2$$

$$NaNO_3 \rightarrow 2NaNO_2 + O_2$$

(vii) LiF اور Li_2O اپنے نظیری دیگر قلوی دھاتوں کے مرکبات کی بہ نسبت پانی میں کم حل پذیر ہیں۔

10.3.2 لیتھیم اور میگنیشیم میں مشابہت (Points of Similarities Between Lithium and Magnesium)

لیتھیم اور میگنیشیم کے درمیان مشابہت ایک اہم توجہ کا مرکز ہے جس کی وجہ ان دونوں کی یکساں جسامت ہے:

ایٹمی نصف قطر $152\ pm = Li$؛ $160\ pm = Mg$

آینی نصف قطر $76\ pm = Li^+$؛ $72\ pm = Mg^{2+}$

مشابہت کے خاص نقاط مندرجہ ذیل ہیں۔

(i) لیتھیم اور میگنیشیم دونوں اپنے متعلقہ گروپوں کے دوسرے عناصر کے مقابلے میں سخت اور ہلکے ہیں۔

(ii) لیتھیم اور میگنیشیم پانی سے بہت آہستہ تعامل کرتے ہیں۔ ان کے آکسائڈ اور ہائڈرا کسائڈ بہت کم حل پذیر ہیں اور گرم کرنے پر ان کے ہائڈرا کسائڈ تحلیل (Decompose) ہو جاتے ہیں۔ دونوں براہ راست نائٹروجن سے مل کر نائٹرائڈ Li_3N اور Mg_3N_2 بناتے ہیں۔

(iii) آکسائڈ Li_2O اور MgO زیادہ آکسیجن سے مل کر سپر آکسائڈ نہیں بناتے۔

(iv) گرم کرنے پر لیتھیم اور میگنیشیم کے کاربونیٹ آسانی سے تحلیل (Decompose) ہوکر آکسائڈ اور CO_2 بناتے ہیں۔ لیتھیم اور میگنیشیم ٹھوس بائی کاربونیٹ نہیں بناتے ہیں۔

(v) LiCl اور $MgCl_2$ دونوں ایتھنال میں گھل جاتے ہیں۔

(vi) LiCl اور $MgCl_2$ دونوں نم گیر (Deliquescent) ہیں اور آبی محلول سے کرسٹلائز (Crystallise) ہوکر ہائڈریٹ $LiCl.2H_2O$ اور $MgCl_2 . 8H_2O$ بناتے ہیں۔

10.4 سوڈیم کے چند اہم مرکبات (Some Important Compounds of Sodium)

صنعتی اعتبار سے سوڈیم کے چند اہم مرکبات سوڈیم کاربونیٹ سوڈیم ہائڈروکسائڈ، سوڈیم کلورائڈ اور سوڈیم بائی کاربونیٹ ہیں۔ ان مرکبات کو بڑے پیمانے پر بنانا اور ان کے استعمال کا بیان ذیل میں ہے۔

سوڈیم کاربونیٹ (واشنگ سوڈا) $Na_2CO_3.10H_2O$

سوڈیم کاربونیٹ عموماً سالوے پراسس (Solvay Pracess) سے بناتے ہیں۔ اس میں سوڈیم بائی کاربونیٹ کی کم حل پذیری کا فائدہ اٹھا کر اس کو سوڈیم کلورائڈ اور امونیم بائی کاربونیٹ کے تعامل سے ترتیب کرتے ہیں۔ امونیم بائی کاربونیٹ کو امونیا سے سیر شدہ سوڈیم کلورائڈ میں CO_2 گزار کر بناتے ہیں جہاں پہلے امونیم کاربونیٹ اور پھر امونیم بائی کاربونیٹ بنتے ہیں۔ مکمل طریقہ مندرجہ ذیل مساوات سے ظاہر کیا گیا ہے۔

$$2NH_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3$$

$$(NH_4)_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2NH_4HCO_3$$

$$NH_4HCO_3 + NaCl \rightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

سوڈیم بائی کاربونیٹ کے قلم الگ ہو جاتے ہیں ان کو گرم کرکے سوڈیم کاربونیٹ حاصل کرتے ہیں۔

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

اس طریقہ میں NH_3 کو پھر NH_4Cl کا $Ca(OH)_2$ سے تعامل کرکے حاصل کرتے ہیں۔ کیلشیم کلورائڈ ضمنی ماحصل کے طور پر حاصل ہو جاتا ہے۔

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 + CaCl_2 + H_2O$$

یہاں یہ بات نوٹ کرنے کی ہے کہ سالوے طریقہ سے پوٹاشیم کاربونیٹ نہیں بنا سکتے کیونکہ پوٹاشیم بائی کاربونیٹ بہت زیادہ حل پذیر ہے اس لیے پوٹاشیم کلورائڈ کے سیر شدہ محلول میں امونیم بائی کاربونیٹ سے اس کی ترتیب مشکل ہے۔

خصوصیات:

سوڈیم کاربونیٹ ایک سفید قلمی ٹھوس ہے جو کہ ڈیکاہائڈریٹ کی شکل $Na_2CO_3 . 10H_2O$ میں ہوتا ہے۔ اس کو واشنگ سوڈا بھی کہتے ہیں۔ یہ پانی میں فوراً گھل جاتا ہے۔ گرم کرنے پر ڈیکاہائڈریٹ قلمی پانی

نکال کر مونو ہائیڈریٹ بناتا ہے۔ 373 K کے اوپر مونو ہائیڈریٹ بالکل نابیدہ ہو کر ایک سفید سفوف میں تبدیل ہو جاتا ہے جس کو سوڈا ایش کہتے ہیں۔

$$Na_2CO_3\cdot 10H_2O \xrightarrow{375\,K} Na_2CO_3\cdot H_2O + 9H_2O$$

$$Na_2CO_3\cdot H_2O \xrightarrow{>373\,K} Na_2CO_3 + H_2O$$

سوڈیم کاربونیٹ کا کاربونیٹ حصہ پانی میں آب پاشیدہ (Hydrolyse) ہو کر ایک قلوی محلول بناتا ہے۔

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightarrow HCO_3^- + OH^-$$

استعمال :

(i) اس کو پانی نرم کرنے، کپڑے دھونے اور صفائی کرنے میں استعمال کرتے ہیں۔

(ii) اس کو شیشہ، صابن، بوریکس اور کاسٹک سوڈا بنانے میں استعمال کرتے ہیں۔

(iii) اس کو کاغذ، پالش اور کپڑا بنانے کی صنعتوں میں استعمال کرتے ہیں۔

(iv) تجربہ گاہ میں کیفیتی (Qualitative) اور مقداری (Quantitative) تجزیہ میں ایک اہم لیباریٹری ریجنٹ کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

سوڈیم کلورائڈ، NaCl

سوڈیم کلورائڈ کو سب سے زیادہ سمندر کے پانی سے حاصل کیا جاتا ہے۔ جس میں یہ کمیت کے اعتبار سے 2.7 سے 2.9% تک ہوتا ہے۔ ٹراپکی ممالک جیسے ہندوستان میں یہ نمک عموماً سمندر کے پانی کی تبخیر کر کے حاصل کرتے ہیں۔ سورج کے ذریعہ تبخیر سے تقریباً 50 لاکھ ٹن سالانہ نمک ہندوستان میں حاصل ہوتا ہے۔ خام سوڈیم کلورائڈ عموماً برائن محلول، جس میں سوڈیم سلفیٹ، کیلشیم سلفیٹ، کیلشیم کلورائڈ اور میگنیشیم کلورائڈ کی ملاوٹ ہوتی ہے، کو قلما کر حاصل کرتے ہیں۔ کیلشیم کلورائڈ ($CaCl_2$) اور میگنیشیم کلورائڈ ($MgCl_2$) ملاوٹیں ہیں کیونکہ یہ نمگیر (ماحول سے بہ آسانی نمی کو جذب کرتے ہیں) ہوتے ہیں۔ خالص سوڈیم کلورائڈ کو حاصل کرنے کے لیے خام نمک کو پانی کی کم سے کم مقدار میں حل کر کے چھان لیتے ہیں جس سے غیر حل پذیر ملاوٹیں نکل جاتی ہیں۔ اس محلول کو ہائڈروجن کلورائڈ گیس سے سیر شدہ کرتے ہیں۔ خالص سوڈیم کلورائڈ کے قلم الگ ہو جاتے ہیں۔ کیلشیم اور میگنیشیم کے کلورائڈ سوڈیم کلورائڈ کی بہ نسبت زیادہ حل پذیر ہونے کی وجہ سے محلول میں رہ جاتے ہیں۔

سوڈیم کلورائڈ 1081 K پر پگھلتا ہے۔ 273 K پر اس کی حل پذیری 100 گرام پانی میں 36.0 گرام ہے۔ درجۂ حرارت بڑھانے سے اس حل پذیری میں کوئی خاطر خواہ اضافہ نہیں ہوتا۔

استعمال:

(i) یہ گھروں میں عام نمک (Common Salt) یا دسترخوان پر نمک (Table Salt) کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

(ii) اس کو Na_2O_2، NaOH اور Na_2CO_3 بنانے میں استعمال کرتے ہیں۔

سوڈیم ہائڈرا کسائڈ (کاسٹک سوڈا) NaOH

سوڈیم ہائڈرا کسائڈ کو بڑے پیمانہ پر عموماً کاسٹر-کیلنر سیل (Castner-kellner Cell) میں سوڈیم کلورائڈ کی برق پاشیدگی سے تیار کرتے ہیں۔ مرکری کیتھوڈ اور کاربن اینوڈ کے استعمال سے برائن محلول کی برق پاشیدگی کی جاتی ہے۔ سوڈیم دھات کیتھوڈ پر ڈسچارج ہو کر پارہ سے مل کر سوڈیم املگم (Amalgam) بناتا ہے اور کلورین گیس اینوڈ پر خارج ہو جاتی ہے۔

$$\text{Cathode}: \quad Na^+ + e^- \xrightarrow{Hg} Na$$

$$\text{Anode}: \quad Cl^- \rightarrow 1/2Cl_2 + e^-$$

املگم کا پانی سے تعامل کراتے ہیں جس سے سوڈیم ہائڈرا کسائڈ اور ہائڈروجن گیس پیدا ہوتی ہے۔

$$2Na-amalgam + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + 2Hg + H_2$$

سوڈیم ہائڈرا کسائڈ ایک سفید نیم شفاف (Translucent) ٹھوس ہے۔ یہ 591 K پر پگھلتا ہے۔ یہ پانی میں بہ آسانی گھل کر ایک قوی قلوی محلول دیتا ہے۔ سوڈیم ہائڈرا کسائڈ کے قلم نمگیر ہوتے ہیں۔ سطح پر بنا سوڈیم ہائڈرا کسائڈ کا محلول فضائی CO_2 سے تعامل کر کے Na_2CO_3 کا قلم بناتا ہے۔

استعمال:

(i) اس کا استعمال صابن، کاغذ، مصنوعی ریشم اور بہت سے کیمیائی مرکبات بنانے میں ہوتا ہے۔

(ii) اس کو پیٹرولیم کی ریفائننگ میں استعمال کرتے ہیں۔

(iii) یہ باکسائٹ (Bauxite) کی تخلیص میں استعمال ہوتا ہے۔

(iv) کپڑے بنانے کی ملوں میں اس کا استعمال سوتی دھاگوں کو رنگنے میں کرتے ہیں۔

(v) خالص چربیوں (Fats) اور روغنون (Oils) کی تیاری میں بھی اس کا استعمال ہوتا ہے۔

سوڈیم ہائڈروجن کاربونیٹ (بیکنگ سوڈا) $NaHCO_3$

سوڈیم ہائڈروجن کاربونیٹ کو بیکنگ سوڈا کہتے ہیں کیونکہ گرم کرنے پر یہ تحلیل ہوکر CO_2 کے بلبلے بناتا ہے (جو کہ کیک اور پیسٹری میں سوراخ کر دیتے ہیں جس سے وہ ہلکی اور روئیں دار ہو جاتی ہیں)۔

سوڈیم ہائڈروجن کاربونیٹ کو سوڈیم کاربونیٹ کے محلول کو کاربن ڈائی آکسائڈ سے سیر کر کے بناتے ہیں۔ کم حل پذیر ہونے کی وجہ سے سوڈیم بائی کاربونیٹ کا سفید قلمی سفوف الگ ہو جاتا ہے۔

$$Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2NaHCO_3$$

سوڈیم ہائڈروجن کاربونیٹ جلد کے تعدیہ (Skin Infection) کے لیے ایک ہلکا اینٹی سپٹک (Mild Antiseptic) ہے۔ اسے آگ بجھانے والے آلات (Fire Extinguisher) میں بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

10.5 سوڈیم اور پوٹاشیم کی حیاتیاتی اہمیت (Biological Importance of Sodium and Potassium)

ایک 70 kg وزن کے انسان میں تقریباً 90g سوڈیم (Na) اور 170 g پوٹاشیم (K) ہوتا ہے جبکہ لوہا 5 g اور تانبہ 0.06 g ہوتا ہے۔

سوڈیم آین عموماً خلیوں کے باہر پائے جاتے ہیں۔ یہ خون کے پلازمہ اور اس بین خلوی سیّال میں پائے جاتے ہیں جو خلیوں کو گھیرے رہتے ہیں، یہ آین عصبی سگنلوں کی ترسیل، خلوی جھلیوں سے ہوکر پانی کے بہاؤ کو باضابطہ کرنے اور شکر نیز امینو ایسڈوں کی خلیوں میں نقل وحمل جیسے کاموں میں حصہ لیتے ہیں۔ سوڈیم اور پوٹاشیم گرچہ کیمیائی طور پر کافی یکساں ہیں تاہم مقداری اعتبار سے ان کا خلیہ کی جھلیوں میں نفوذ ان کے نقل وحمل کا طریقہ کار اور ان کی انزائموں کو محرک بنانے کی صلاحیتیں مختلف ہیں۔ خلیوں کے سیال میں، پوٹاشیم آین سب سے زیادہ پائے جانے والے کیٹ آین ہیں جہاں یہ بہت سے انزائموں کو محرک بناتے ہیں۔ گلوکوز کی تکسید سے ATP بننے میں حصہ لیتے ہیں اور سوڈیم کے ساتھ عصبی سگنلوں کی ترسیل کے لیے ذمہ دار ہیں۔

خلیہ کی جھلیوں کے دونوں اطراف میں سوڈیم اور پوٹاشیم کے ارتکاز میں کافی فرق پایا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر خون کے پلازمہ میں سوڈیم 143 m mol L^{-1} ہے جبکہ پوٹاشیم کی سطح صرف 5 m mol L^{-1} ہے۔ لال خونی خلیوں میں ارتکاز (Na^+) 10 m mol L^{-1} اور (K^+) 105m mol L^{-1} ہو جاتی ہے۔ یہ آینی اتار چڑھاؤ ایک امتیازی میکانزم کو ظاہر کرتے ہیں جس کو سوڈیم-پوٹاشیم پمپ کہتے ہیں جو کہ خلوی جھلیوں کے آر پار کام کرتی ہے۔ یہ ایک آرام کر رہے جانور (آرام کر رہے انسان میں ہر 24 گھنٹوں میں 15 kg) کے ذریعے استعمال ہونے والی ATP کا ایک تہائی سے بھی زیادہ حصہ خرچ کر لیتی ہے۔

10.6 گروپ 2 کے عناصر-قلوی مٹی دھاتیں (Group 2 Elements: Alkaline Earth Metals)

گروپ 2 کے عناصر میں بیریلیم، میگنیشیم، کیلشیم، اسٹرونیشیم، بیریم اور ریڈیم ہیں۔ یہ قلوی دھاتوں کے بعد آتے ہیں۔ انھیں (بیریلیم کو چھوڑ کر) قلوی مٹی دھاتیں کہتے ہیں۔ پہلا عنصر بیریلیم دوسرے ممبروں سے مختلف ہے اور ایلومینیم سے وتری تعلق ظاہر کرتا ہے۔ قلوی مٹی دھاتوں کی ایٹمی اور طبیعی خصوصیات جدول 10.2 میں دی گئی ہیں۔

10.6.1 الیکٹرانی تشکل (Electronic Configuration)

ان عناصر کے گرفت خول کے s اربٹل میں دو الیکٹران ہوتے ہیں (جدول 10.2)۔ ان کا عمومی الیکٹرانی تشکل (نوبل گیس) ns^2 سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ قلوی دھاتوں کی طرح ان کے مرکبات بھی اکثر آینی (Ionic) ہوتے ہیں۔

10.6.2 ایٹمی اور آینی نصف قطر (Atomic and Ionic Radii)

یکساں دور میں قلوی مٹی دھاتوں کے ایٹمی اور آینی نصف قطر نظیری قلوی دھاتوں سے کم ہوتے ہیں۔ یہ ان عناصر کے نیوکلائی چارج کے زیادہ ہونے کی وجہ سے ہوتا ہے۔ یکساں گروپ میں ایٹمی اور آینی نصف قطر ایٹمی عدد کے ساتھ بڑھتے ہیں۔

عنصر	علامت	الیکٹرانی تشکل
بیریلیم	Be	$1s^22s^2$
میگنیشیم	Mg	$1s^22s^22p^63s^2$
کیلشیم	Ca	$1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$
اسٹرونشیم	Sr	$1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^65s^2$
بیریم	Ba	$1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^2$ $4p^64d^{10}5s^25p^66s^2$ یا $[Xe]6s^2$
ریڈیم	Ra	$[Rn]7s^2$

10.6.3 آیونائزیشن اینتھالپی (Ionization Enthalpies)

ایٹموں کی بڑی جسامت کی وجہ سے قلوی مٹی دھاتوں کی آیونائزیشن اینتھالپی کم ہوتی ہے۔ گروپ میں نیچے جانے پر ایٹمی سائز بڑھتا ہے۔ اس لیے ان کی آیونائزیشن اینتھالپی گھٹتی ہے (جدول 10.2)۔ قلوی مٹی دھاتوں کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی ان کے نظیری گروپ I کی دھاتوں سے زیادہ ہوتی ہے۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ قلوی مٹی دھاتوں کی دوسری آیونائزیشن اینتھالپی اپنے نظیری قلوی دھاتوں سے کم ہوتی ہیں۔

10.6.4 ہائیڈریشن اینتھالپی (Hydration Enthalpies)

قلوی دھاتوں کے آینوں کی طرح گروپ میں نیچے جانے پر آینی جسامت بڑھنے کے ساتھ ہائیڈریشن اینتھالپی گھٹتی ہے۔

$$Be^{2+} > Mg^{2+} > Ca^{2+} > Sr^{2+} > Ba^{2+}$$

قلوی دھاتوں کے آینوں کے مقابلہ میں قلوی مٹی دھاتوں کے آینوں کی ہائیڈریشن اینتھالپی زیادہ ہوتی ہیں۔ اس طرح قلوی دھاتوں کے مقابلہ میں قلوی مٹی دھاتوں کے مرکبات زیادہ آبیدہ ہوتے ہیں جیسے $MgCl_2$ اور $CaCl_2$ بالترتیب $MgCl_2.6H_2O$ اور

جدول 10.2 مٹیا قلوی دھاتوں کو ایٹمی اور طبیعی خاصیت

خاصیت	بیریلیم Be	میگنیشیم Mg	کیلشیم Ca	اسٹرونشیم Sr	بیریم Ba	ریڈیم Ra
ایٹمی عدد	4	12	20	38	56	88
ایٹمی کمیت ($g\ mol^{-1}$)	9.01	24.31	40.08	87.62	137.33	226.03
الیکٹرانی تشکل	$[He]2s^2$	$[Ne]3s^2$	$[Ar]4s^2$	$[Kr]5s^2$	$[Xe]6s^2$	$[Rn]7s^2$
آیونائزیشن اینتھالپی (I) $kJ\ mol^{-1}$	899	737	590	549	503	509
آیونائزیشن اینتھالپی (II) $kJ\ mol^{-1}$	1757	1450	1145	1064	965	979
ہائیڈریشن اینتھالپی kJ/mol	–2494	–1921	–1577	–1443	–1305	–
دھاتی نصف قطر pm	112	160	197	215	222	–
آینی نصف قطر $M^{2+}/\ pm$	31	72	100	118	135	148
نقطہ گداخت $/K$	1560	924	1124	1062	1002	973
نقطہ جوش $/K$	2745	1363	1767	1655	2078	(1973)
کثافت $/g\ cm^{-3}$	1.84	1.74	1.55	2.63	3.59	(5.5)
معیاری مضمر $E^{\ominus}/V$ برائے (M^{2+}/M)	–1.97	–2.36	–2.84	–2.89	–2.92	–2.92
کرہ ارض میں وقوع	2*	2.76**	4.6**	384*	390*	10^{-6}*

*ppm (پارٹ پر ملین) ** وزن کے اعتبار سے فی صد

$CaCl_2.6H_2O$ کی شکل میں پائے جاتے ہیں جبکہ NaCl اور KCl اس طرح کے ہائڈریٹ نہیں بناتے۔

10.6.5 طبعی خصوصیات (Physical Properties)

قلوی مٹی دھاتیں عموماً چاندی کی طرح سفید، چمکدار اور نسبتاً ملائم لیکن قلوی دھاتوں کے مقابلہ میں سخت ہوتی ہیں۔ بیریلیم اور میگنیشیم کچھ بھورے رنگ کے ہوتے ہیں۔ چھوٹی جسامت ہونے کی وجہ سے ان کے نقطۂ گداخت اور نقطۂ جوش اپنے نظیری قلوی دھاتوں سے زیادہ ہوتے ہیں لیکن اس رجحان میں کوئی تسلسل نہیں ہے۔ کم آیونائزیشن اینتھالپی کی وجہ سے یہ قدرتی طور پر کافی برقی مثبت ہوتے ہیں۔ برقی مثبت خصوصیت گروپ میں Be سے Ba کی طرف بڑھتی ہے۔ کیلشیم، اسٹرونشیم اور بیریم لو میں بالترتیب نمایاں خشتی سرخ (Brick Red)، قرمزی (Crimson) اور سیبی سبز (Apple Green) رنگ دیتے ہیں۔ لو میں الیکٹران توانائی کی اونچی سطح پر چلے جاتے ہیں جب وہ گراؤنڈ اسٹیٹ پر واپس آتے ہیں تو توانائی مرئی (Visible) روشنی کی شکل میں نکلتی ہے۔ بیریلیم اور میگنیشیم کے الیکٹران بہت مضبوطی سے بندھے ہوتے ہیں اس لیے لو میں توانائی کی اونچی سطح پر نہیں پہنچ پاتے۔ اس لیے یہ عناصر لو میں کوئی رنگ نہیں دیتے۔ Ca، Sr اور Ba کے لیے فلیم ٹیسٹ کیفیتی تجزیے میں ان کی شناخت کے لیے معاون ہے۔ قلوی مٹی دھاتوں کی برقی اور حرارتی موصلیت بہت زیادہ ہوتی ہے جو کہ دھاتوں کی اہم خصوصیت ہے۔

10.6.6 کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

قلوی دھاتوں کے مقابلہ میں قلوی مٹی دھاتیں کم متعامل ہوتی ہیں۔ ان عناصر کی متعاملیت گروپ میں نیچے کی طرف بڑھتی ہے۔

(i) ہوا اور پانی سے تعامل : سطح پر آکسائڈ کی تہہ بن جانے کی وجہ سے بیریلیم اور میگنیشیم حرکی اعتبار سے آکسیجن اور پانی کے تئیں غیر عامل ہیں۔ تاہم بیریلیم سفوف جلانے پر چمکیلی روشنی سے جلتا ہے اور BeO نیز Be_3N_2 بنا دیتا ہے۔ میگنیشیم زیادہ برقی مثبت ہے اور ہوا میں چکا چوندھ کرنے والی چمکدار روشنی کے ساتھ جل کر MgO اور Mg_3N_2 دیتا ہے۔ کیلشیم، اسٹرونشیم اور بیریم ہوا میں فوراً تعامل کر کے آکسائڈ اور نائٹرائڈ بناتے ہیں۔ یہ پانی سے بھی تعامل کرتے ہیں اور ٹھنڈے پانی میں بھی تعامل کر کے ہائڈرا کسائڈ بناتے ہیں۔

(ii) ہیلوجن سے تعامل: تمام قلوی مٹی دھاتیں زیادہ درجہ حرارت پر ہیلوجن سے تعامل سے کر کے ہیلائڈ بناتے ہیں۔

$$M + X_2 \rightarrow MX_2 (X = F,\ Cl,\ Br,\ I,)$$

BeF_2 بنانے کا بہترین طریقہ $(NH_4)_2BeF_4$ کی حرارتی تحلیل ہے اور $BeCl_2$ کو آکسائڈ سے بآسانی بنایا جاسکتا ہے۔

$$BeO + C + Cl_2 \xrightarrow{600-800K} BeCl_2 + CO$$

(iii) ہائڈروجن سے تعامل: بیریلیم کے علاوہ باقی عناصر ہائڈروجن کے ساتھ گرم کرنے پر ہائڈرائڈ MH_2 بناتے ہیں۔

BeH_2 کو $BeCl_2$ اور $LiAlH_4$ کے تعامل سے بنا سکتے ہیں۔

$$2BeCl_2 + LiAlH_4 \rightarrow 2BeH_2 + LiCl + AlCl_3$$

(iv) تیزابوں سے تعامل : قلوی مٹی دھاتیں تیزابوں کے ساتھ بآسانی تعامل کر کے ڈائی ہائڈروجن خارج کرتی ہیں۔

$$M + 2HCl \rightarrow MCl_2 + H_2$$

(v) تحویلی فطرت (Reducing Nature): قلوی دھاتوں کی طرح قلوی مٹی دھاتیں بھی قوی تحویلی ایجنٹ ہیں۔ یہ ان کے زیادہ منفی تحویلی مضمر کی وجہ سے ہے (جدول 10.2)۔ تاہم ان کی تحویلی صلاحیت ان کی نظیری قلوی دھاتوں سے کم ہے۔ اگرچہ بیریلیم کی منفی قدر دوسری قلوی مٹی دھاتوں کے مقابلہ میں کم ہے۔ تاہم اس کی تحویلی فطرت Be^{2+} آین کے چھوٹے سائز سے وابستہ زیادہ ہائڈریشن توانائی اور دھات کی ایٹمائزیشن اینتھالپی کی نسبتاً زیادہ قدر کی وجہ سے ہے۔ میگنیشیم کیٹ آین گروپ کے دیگر بھاری ممبران کے کیٹ آینوں کے مقابلہ میں آسانی سے تحویل ہو جاتا ہے کیونکہ اس کی چھوٹی جسامت کی وجہ سے اس کی ہائیڈریشن اینتھالپی کی قدر نسبتاً زیادہ منفی ہو جاتی ہے۔

(vi) مائع امونیا میں محلول: قلوی دھاتوں کی طرح قلوی مٹی دھاتیں بھی مائع امونیا میں گھل کر گہرے نیلے کالے رنگ کا محلول بناتی ہیں جو کہ امونیائی آینوں پر مشتمل ہوتا ہے۔

$$M + (x+y)NH_3 \rightarrow [M(NH_3)_x]^{2+} + 2[e(NH_3)_y]^-$$

ان محلول سے امونیئیٹ $[M(NH_3)_6]^{2+}$ کو حاصل کر سکتے ہیں۔

10.6.7 استعمال (Uses)

بیریلیم کو بھرتیں (Alloys) بنانے میں استعمال کرتے ہیں۔ تانبہ بیریلیم بھرت کا استعمال زیادہ مضبوط اسپرنگ بنانے میں کرتے ہیں۔ دھاتی

بیریلیم کا استعمال ایکسرے ٹیوب کی کھڑکیاں بنانے میں کرتے ہیں۔ میگنیشیم ایلومنیم، جستہ، مینگنیز اور ٹن کے ساتھ میگنیشیم بھرتیں بناتا ہے۔ میگنیشیم ایلومنیم بھرت ہلکا ہونے کی وجہ سے ہوائی جہاز بنانے میں استعمال ہوتا ہے۔ میگنیشیم (پاؤڈر اور ربن) کا استعمال چمکیلے سفوف، بلب، آتش انگیز بم اور سگنلوں میں کرتے ہیں۔ پانی میں میگنیشیم ہائڈراکسائڈ کا معلق (جسے ملک آف میگنیشیا کہتے ہیں) دواؤں میں بطور اینٹاسڈ استعمال ہوتا ہے۔ میگنیشیم کاربونیٹ ٹوتھ پیسٹ کا جزو ترکیبی ہے۔ ان دھاتوں کے آکسائڈ سے دھات حاصل کرنے کے لیے کیلشیم کا استعمال کرتے ہیں جو کاربن سے تحویل نہیں ہوتے (اکائی 8)۔ زیادہ درجہ حرارت پر کیلشیم اور بیریم دھاتوں کی آکسیجن سے زیادہ تعامل کی وجہ سے ان کا استعمال اکثر ویکیوم ٹیوب سے آکسیجن دور کرنے میں کرتے ہیں۔ ریڈیم کے نمکوں کا استعمال ریڈیوتھراپی یعنی کینسر کے علاج میں کرتے ہیں۔

10.7 قلوی مٹی دھاتوں کے مرکبات کی عام خصوصیات

(General Characteristics of Compounds of the Alkaline Earth Metals)

دو مثبت تکسیدی حالت (M^{2+}) گروپ 2 کے عناصر کی خاص گرفت ہے۔ قلوی مٹی دھاتوں کے مرکبات اپنے نظیری قلوی دھاتوں کے مرکبات سے کم آئنی ہوتے ہیں۔ اس کی وجہ زیادہ نیوکلیائی چارج اور چھوٹی جسامت ہے۔ بیریلیم اور میگنیشیم کے آکسائڈ اور دوسرے مرکبات گروپ کے دوسرے عناصر مثلاً Ba, Sr, Ca جو کہ بھاری اور زیادہ جسامت کے ہیں، ان کے مقابلہ میں زیادہ شریک گرفت ہوتے ہیں۔ قلوی مٹی دھاتوں کے کچھ مرکبات کے خواص ذیل میں درج ہیں۔

(i) آکسائڈ اور ہائڈراکسائڈ: قلوی مٹی دھاتیں آکسیجن میں جل کر مونو آکسائڈ MO بناتی ہیں (BeO کو چھوڑ کر) جس کی ساخت چٹانی نمک (Rock-salt) جیسی ہوتی ہے۔ BeO عموماً شریک گرفت ہے۔ ان آکسائڈوں کی حرارت تکوین بہت زیادہ ہے جس کے نتیجہ میں وہ کافی حرارت پر بھی مستحکم رہتے ہیں۔ BeO ایمفوٹیرک (Amphoteric) ہے جبکہ دوسرے عناصر کے آکسائڈ کی فطرت آئنی ہے۔ BeO کو چھوڑ کر باقی تمام آکسائڈ کی فطرت اساسی ہے اور پانی سے تعامل کر کے کم حل پذیر ہائڈراکسائڈ بناتے ہیں۔

$$MO + H_2O \rightarrow M(OH)_2$$

ہائڈراکسائڈوں کی حل پذیری حرارتی استحکام اور اساسی خصوصیت ایٹمی عدد کے ساتھ $Mg(OH)_2$ سے $Ba(OH)_2$ تک بڑھتی ہے۔ قلوی مٹی دھاتوں کے آکسائڈ قلوی دھاتوں کے آکسائڈ کے مقابلہ میں کم اساسی اور کم مستحکم ہوتے ہیں۔ بیریلیم ہائڈراکسائڈ کی فطرت ایمفوٹیرک ہے کیونکہ یہ تیزاب اور القلی دونوں سے تعامل کرتا ہے۔

(ii) ہیلائڈ: بیریلیم ہیلائڈ کو چھوڑ کر باقی سب قلوی مٹی دھاتوں کے ہیلائڈ کی فطرت آئنی (Ionic) ہے۔ بیریلیم ہیلائڈ دراصل شریک گرفت ہوتے ہیں اور نامیاتی محلل میں حل پذیر ہیں۔ بیریلیم کلورائڈ کی ٹھوس حالت میں زنجیری ساخت ہوتی ہے۔



بخاراتی فیز میں $BeCl_2$ کا رجحان ایک کلورو برج ڈائمر (Dimer) بنانے کا ہوتا ہے جو اونچے درجہ حرارت تقریباً 1200 K پر خطی مونومر میں تحلیل ہو جاتا ہے۔ گروپ میں نیچے جانے پر ہیلائڈ ہائیڈریٹ بنانے کا رجحان آہستہ آہستہ کم ہوتا جاتا ہے (مثلاً $MgCl_2.8H_2O$، $CaCl_2.6H_2O$، $S_6Cl_2.6H_2O$ اور $BaCl_2.2H_2O$)۔ زیادہ لیٹس توانائی ہونے کی وجہ سے فلورائڈ کلورائڈ کے مقابلہ میں کم حل پذیر ہوتے ہیں۔

(iii) آکسو ایسڈ کے نمک: قلوی مٹی دھاتیں آکسو ایسڈ کے نمک بھی بناتی ہیں ان میں کچھ مندرجہ ذیل ہیں۔

کاربونیٹ: قلوی مٹی دھاتوں کے کاربونیٹ پانی میں نہیں گھلتے اور ان کی ترسیب ان دھاتوں کے حل پذیر نمکوں کے محلول میں سوڈیم یا امونیم کاربونیٹ کے محلول ملا کر کرتے ہیں۔ دھاتی آئن کے ایٹمی عدد بڑھنے کے ساتھ کاربونیٹ کی حل پذیری گھٹتی ہے۔ گرم کرنے پر سب کاربونیٹ تحلیل ہو کر کاربن ڈائی آکسائڈ اور آکسائڈ بناتے ہیں۔ بیریلیم کاربونیٹ غیر مستحکم ہوتا ہے اور صرف CO_2 کے ماحول میں ہی رکھا جا سکتا ہے۔ حرارتی استحکام مثبت آئن کی جسامت کے ساتھ بڑھتا ہے۔

سلفیٹ: قلوی مٹی دھاتوں کے سب سلفیٹ سفید ٹھوس ہوتے ہیں اور گرم کرنے پر مستحکم رہتے ہیں۔ $BeSO_4$ اور $MgSO_4$ آسانی سے گھل جاتے ہیں اور حل پذیری $CaSO_4$ سے $BaSO_4$ کی طرف گھٹتی ہے۔

Be^{2+} اور Mg^{2+} ہائڈریشن کی اینتھالپی کی زیادتی ان کی لیٹس اینتھالپی (Lattice Enthalpy) پر غالب آجاتی ہے جس کی وجہ سے ان کے سلفیٹ حل پذیر ہوتے ہیں۔

نائٹریٹ : ڈائی لیوٹ نائٹرک ایسڈ (HNO_3) میں کاربونیٹ کو گھول کر نائٹریٹ بنائے جاتے ہیں۔ میگنیشیم نائٹریٹ پانی کے چھ سالموں کے ساتھ قلماتا ہے۔ بیریم نائٹریٹ نابیدہ نمک کی شکل میں قلماتا ہے۔ سبھی نائٹریٹ گرم کرنے پر لیتھیم نائٹریٹ کی طرح تحلیل ہوکر آکسائڈ بناتے ہیں۔

$$2M(NO_3)_2 \rightarrow 2MO + 4NO_2 + O_2$$

$$(M = Be, Mg, Ca, Sr, Ba)$$

مسئلہ 10.4

قلوی مٹی دھاتوں کے ہائڈرا کسائڈوں کی حل پذیری گروپ میں نیچے کی طرف کیوں گھٹتی ہے؟

حل:

اگر این آین اور کیٹ آین کی جسامت تقریباً یکساں ہو اور این آین مشترک ہونے کی وجہ سے کیٹ آین کا نصف قطر لیٹس توانائی پر اثر انداز ہوگا۔ چونکہ آینی جسامت بڑھنے کے ساتھ ہائیڈریشن اینتھالپی کے مقابلہ میں لیٹس توانائی زیادہ گھٹتی ہے گروپ میں نیچے کی طرف حل پذیری میں اضافہ ہوگا۔ قلوی مٹی دھاتوں کے ہائڈرا کسائڈوں میں یہی صورت ہے۔

مسئلہ 10.5

گروپ میں نیچے کی طرف قلوی مٹی دھاتوں کے کاربونیٹ اور سلفیٹ کی حل پذیری کیوں گھٹتی ہے؟

حل:

این آین کی جسامت کیٹ آین کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہوتی ہے۔ کسی بھی گروپ میں لیٹس اینتھالپی تقریباً یکساں ہوتی ہے۔ چونکہ ہائیڈریشن اینتھالپی گروپ میں نیچے کی طرف گھٹتی ہے اس لیے حل پذیری بھی گھٹتی ہے جیسا کہ قلوی مٹی دھاتوں کے کاربونیٹ اور سلفیٹ میں ہوتا ہے۔

10.8 بیریلیم کا بے ربط طرز عمل (Anomalous Behaviour of Beryllium)

گروپ 2 دھاتوں کا پہلا رکن بیریلیم دوسرے ممبروں جیسے میگنیشیم وغیرہ سے مختلف طرز عمل کا اظہار کرتا ہے۔ مزید یہ کہ ایلومینیم سے وتری تعلق ظاہر کرتا ہے جسے ذیل میں بیان کیا جارہا ہے۔

(i) بیریلیم کی ایٹمی اور آینی جسامت غیر معمولی طور پر کم ہوتی ہے اس لیے اپنے گروپ کے دوسرے ممبروں سے مختلف ہے۔ زیادہ آیونائیزیشن اینتھالپی اور چھوٹی جسامت کی وجہ سے یہ ایسے مرکبات بناتا ہے جو زیادہ تر شریک گرفت ہوتے ہیں اور اس کے نمک آسانی سے آب پاشیدہ ہو جاتے ہیں۔

(ii) بیریلیم چار سے زیادہ کوآرڈی نیشن نمبر ظاہر نہیں کرتا کیونکہ اس کے گرفت خول میں صرف چار اربٹل ہیں۔ گروپ کے دوسرے ممبران d اربٹل کا استعمال کرکے چھ کو آرڈی نیشن نمبر رکھ سکتے ہیں۔

(iii) گروپ کے دوسرے عناصر کے برخلاف بیریلیم کے آکسائڈ اور ہائڈرا کسائڈ کی فطرت ایمفوٹیرک (Amphoteric) ہوتی ہے۔

10.8.1 بیریلیم اور ایلومینیم کے مابین وتری تعلق (Diagonal Relationship Between Beryllium and Aluminium)

Be^{2+} کے آینی نصف قطر کا تخمینہ 31 pm ہے۔ نصف قطر/ چارج (Charge/radius) تناسب تقریباً وہی ہے جو Al^{3+} آین کا ہے۔ اس لیے بیریلیم کچھ طریقوں میں ایلومینیم سے مطابقت رکھتا ہے۔ چند یکسانیت درج ذیل ہیں۔

(i) ایلومینیم کی طرح بیریلیم پر بھی تیزابوں کا اثر اس کی سطح پر آکسائڈ کی موجودگی کی وجہ سے کم ہوتا ہے۔

(ii) بیریلیم ہائڈرا کسائڈ زیادہ القلی میں گھل کر بالکل اس طرح بیریلیٹ آین $[Be(OH)_4]^{2-}$ (Beryllate Ion) دیتا ہے جس طرح ایلومینیم ہائڈرا کسائڈ ایلومینیٹ آین $[Al(OH)_4]^-$ دیتا ہے۔

(iii) انجراتی فیز میں بیریلیم اور ایلومینیم دونوں برج شدہ کلورائڈ ساخت

بناتے ہیں دونوں کلورائڈ نامیاتی محللوں میں گھل جاتے ہیں اور قوی لوئس ایسڈ ہیں۔ ان کا استعمال فریڈل کرافٹ وسیط کی طرح ہوتا ہے۔

(iv) بیریلیم اور ایلومینیم آین دونوں کی پیچیدہ مرکبات بنانے کی صفت ہوتی ہے، جیسے BeF_4^{2-} ، AlF_6^{3-} ۔

10.9 کیلشیم کے کچھ اہم مرکبات (Some Important Compounds of Calcium)

کیلشیم کے اہم مرکبات کیلشیم آکسائڈ، کیلشیم ہائڈروکسائڈ، کیلشیم سلفیٹ کیلشیم کاربونیٹ اور سیمنٹ ہیں۔ صنعتی اعتبار سے یہ مرکبات اہم ہیں ان مرکبات کی بڑے پیمانے پر تیاری اور استعمال ذیل میں دیے گئے ہیں۔

کیلشیم آکسائڈ یا کوئک لائم CaO (Quick Lime)

تجارتی پیمانے پر اس کو روٹری بھٹی میں چونا پتھر $(CaCO_3)$ کو 1070-1270 K درجہ حرارت پر گرم کر کے بناتے ہیں۔

$$CaCO_3 \xrightarrow{\text{حرارت}} CaO + CO_2$$

تعامل کو مکمل ہونے کے لیے کاربن ڈائی آکسائڈ کو بنتے ہی باہر نکال دیتے ہیں۔

کیلشیم آکسائڈ ایک غیر قلمی (Amorphous) سفید ٹھوس ہے۔ اس کا نقطہ گداخت 2870K ہے فضا میں رکھنے سے یہ نمی اور کاربن ڈائی آکسائڈ کو جذب کرتا ہے۔

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

$$CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$$

محدود مقدار میں پانی چونے کے ڈھیلوں کو توڑ دیتا ہے۔ اس طریقہ کو چونا بجھانا (Slaking of Lime) کہتے ہیں۔ کوئک لائم کو سوڈے سے بجھانے (Slaked) پر ٹھوس سوڈالائم حاصل ہوتا ہے۔ یہ اونچے درجہ حرارت پر تیزابی آکسائڈوں سے تعامل کر لیتا ہے۔

$$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$$

$$6CaO + P_4O_{10} \rightarrow 2Ca_3(PO_4)_2$$

استعمال:

(i) یہ ایک اہم بنیادی مرکب ہے اور القلی کی سب سے سستی قسم ہے۔

(ii) اس کا استعمال کاسٹک سوڈا سے سوڈیم کاربونیٹ بنانے میں کرتے ہیں۔

(iii) شکر کی تخلیص اور رنگ بنانے میں اس کا استعمال ہوتا ہے۔

کیلشیم ہائڈرا کسائڈ (بجھا ہوا چونا) $Ca(OH)_2$

کیلشیم ہائڈرا کسائڈ کو کوئک لائم CaO میں پانی ڈال کر تیار کرتے ہیں۔ یہ ایک سفید غیر قلمی سفوف ہوتا ہے۔ یہ پانی میں بہت کم گھلتا ہے۔ پانی میں اس کا محلول چونے کا پانی (Lime Water) کہلاتا ہے اور بجھے چونے کا پانی میں معلق دودھیا چونا (Milk of Lime) کہلاتا ہے۔

جب چونے کے پانی میں کاربن ڈائی آکسائڈ گزارتے ہیں تو وہ دودھیا ہو جاتا ہے۔

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

زیادہ کاربن ڈائی آکسائڈ گزارنے سے رسوب گھل کر کیلشیم ہائڈروجن کاربونیٹ بن جاتا ہے۔

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

دودھیا چونا کلورین سے تعامل کر کے ہائپوکلورائٹ بناتا ہے جو کہ بلیچنگ پاوڈر کا ایک جزو ہے۔

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \rightarrow CaCl_2 + \underset{\text{بلیچنگ پاؤڈر}}{Ca(OCl)_2} + 2H_2O$$

استعمال:

(i) اس سے مسالہ (Mortar) بناتے ہیں جو کہ تعمیری مادہ ہے۔

(ii) اسے مکانوں کی سفیدی کرنے میں استعمال کرتے ہیں کیونکہ یہ ایک دافع تعدیہ (Disinfectant) ہے۔

(iii) اس کو شیشہ بنانے، چمڑے کے کارخانوں، بلیچنگ پاؤڈر بنانے اور شکر کی صفائی میں استعمال کرتے ہیں۔

کیلشیم کاربونیٹ $CaCO_3$

کیلشیم کاربونیٹ قدرتی ماحول میں چونا پتھر، کھریا، سنگِ مرمر جیسی کئی شکلوں میں پایا جاتا ہے۔ اس کو بجھے چونے میں کاربن ڈائی آکسائڈ گزار کر یا سوڈیم کاربونیٹ کو کیلشیم کلورائڈ میں ملا کر حاصل کرتے ہیں۔

$$Ca(OH_2) + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 + 2NaCl$$

زیادہ کاربن ڈائی آکسائڈ نہیں گزارنا چاہیے ورنہ پانی میں حل پذیر کیلشیم ہائڈروجن کاربونیٹ بن جائے گا۔

کیلشیم کاربونیٹ ایک سفید روئیں دار سفوف ہوتا ہے یہ پانی میں تقریباً غیرحل پذیر ہے۔ K 1200 تک گرم کرنے پر یہ تحلیل ہوکر کاربن ڈائی آکسائڈ دیتا ہے۔

$$CaCO_3 \xrightarrow{1200K} CaO + CO_2$$

ڈائی لیوٹ تیزابوں سے تعامل کر کے یہ کاربن ڈائی آکسائڈ پیدا کرتا ہے۔

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$$

استعمال :

سنگ مرمر کی شکل میں عمارتوں کی تعمیر اور کوئنک لائم (Quick Lime) تیار کرنے میں اس کا استعمال ہوتا ہے۔ لوہا جیسی دھاتوں کے استخراج میں کیلشیم کاربونیٹ اور میگنیشیم کاربونیٹ کو ملا کر فلکس (Flux) کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔ مخصوص طور پر ترسیب کیے گئے $CaCO_3$ کو اعلیٰ قسم کے کاغذ بنانے میں استعمال کرتے ہیں۔ اس کو انیٹاسڈ (Antacid) کے طور پر ٹوتھ پیسٹ دانتوں کے منجن میں ہلکا خراشی مسالہ، نیز چیونگ گم اور کاسمیٹک میں فلر کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔

کیلشیم سلفیٹ (پلاسٹر آف پیرس) $CaSO_4.½H_2O$

یہ کیلشیم سلفیٹ کا ہیمی ہائڈریٹ ہے۔ اسے جپسم $CaSO_4.2H_2O$ کو 393 K پر گرم کرکے حاصل کرتے ہیں۔

$$2(CaSO_4.2H_2O) \rightarrow 2(CaSO_4).H_2O + 3H_2O$$

393 K کے اوپر قلمی پانی نہیں رہتا اور نابیدہ کیلشیم سلفیٹ $CaSO_4$ بن جاتا ہے جو Dead Burnt Plaster کے نام سے جانا جاتا ہے۔

اس کی اہم خوبی یہ ہے کہ اس میں پانی ملانے پر یہ جم جاتا ہے۔ مناسب مقدار میں پانی ملانے سے یہ ایک پلاسٹک مادہ بناتا ہے جو کہ 5 سے 15 منٹ کے درمیان ایک سخت ٹھوس بن جاتا ہے۔

استعمال :

پلاسٹر آف پیرس کا سب سے زیادہ استعمال عمارتوں کی تعمیر اور پلاسٹر میں ہوتا ہے۔ جسم کی ہڈی ٹوٹنے یا موچ آجانے پر اس سے متعلقہ عضو کے ہلنے کو روکا جاسکتا ہے۔ اسے دانتوں کے علاج، زیورات بنانے اور مورتیوں کے سانچے بنانے میں بھی استعمال کرتے ہیں۔

سیمنٹ :

سیمنٹ ایک اہم تعمیراتی شے ہے۔ اس کو سب سے پہلے 1824 میں انگلینڈ میں جوزف اسپڈن نے بنایا تھا۔ اس کو پورٹ لینڈ سیمنٹ بھی کہتے ہیں کیونکہ اس کی مشابہت بہت کچھ انگلینڈ کے جزیرہ پورٹ لینڈ کے قدرتی چونا پتھر سے ہے۔

سیمنٹ کو چونے سے بھر پور مادہ کو دیگر اشیا جیسے مٹی جس میں سلیکا، SiO_2 کے ساتھ ساتھ ایلومنیم، آئرن اور میگنیشیم کے آکسائڈ ہوتے ہیں، کے ساتھ ملا کر بنایا جاتا ہے۔ پورٹ لینڈ سیمنٹ کی اوسط ترکیب اس طرح ہے۔ CaO 50-60%، SiO_2 20-25%، Al_2O_3 5-10%، MgO 2-3%، Fe_2O_3 1-2%، SO_3 1-2%۔ اعلیٰ قسم کے سیمنٹ میں سلیکا (SiO_2) اور ایلومنا (Al_2O_3) کا تناسب 2.5 اور 4 کے درمیان ہونا چاہیے اور چونے (CaO) کی سلیکن (SiO_2) ایلومینم (Al_2O_3) اور آئرن (Fe_2O_3) کے آکسائڈوں سے نسبت جتنا ہو سکے 2 کے قریب ہونا چاہیے۔

سیمنٹ بنانے کے لیے کچا مال چونا پتھر اور مٹی ہیں۔ جب مٹی اور چونے کو ملا کر تیز گرم کرتے ہیں تو وہ پگھل جاتے ہیں اور تعامل کر کے سیمنٹ کلنکر (Cement Clinker) بناتے ہیں۔ اس کلنکر کو وزن کے اعتبار سے 2-3% جپسم $[CaSO_4.2H_2O]$ میں ملا کر سیمنٹ بناتے ہیں۔ اس لیے پورٹ لینڈ سیمنٹ کے اہم اجزائے ترکیبی 26% ڈائی کیلشیم سلیکیٹ $[Ca_2SiO_4]$، 51% ٹرائی کیلشیم سلیکٹ $[Ca_3SiO_5]$ اور 11% ٹرائی کیلشیم ایلومینٹ $[Ca_3Al_2O_6]$ ہیں۔

سیمنٹ کا جمنا (Setting of Cement)

پانی ملانے سے سیمنٹ جم کر ایک سخت ٹھوس بن جاتا ہے۔ اس کی وجہ سیمنٹ کے اجزا کے سالموں کی آبیدگی (Hydration) اور ان کی ازسرنو ترتیب (Rearrangement) ہے۔ جپسم ملانے کا مقصد صرف یہ ہے کہ جمنے کا عمل سست ہو جائے تا کہ سیمنٹ کافی سخت ہو جائے۔

استعمال:

کسی بھی ملک کے لیے لوہے اور اسٹیل کے بعد سیمنٹ ایک قومی ضرورت کی شے ہے۔ اسے کنکریٹ اور کنکریٹ کو مزید مضبوط بنانے، پلاسٹر، ڈیم اور عمارتوں کے بنانے میں استعمال کرتے ہیں۔

10.10 میگنیشیم اور کیلشیم کی حیاتیاتی اہمیت (Biological Importance of Magnesium and Calcium)

ایک بالغ انسان کے جسم میں تقریباً 25 گرام میگنیشیم اور 1200 گرام کیلشیم ہوتا ہے جبکہ لوہا 5 گرام اور تانبہ 0.06 گرام ہوتا ہے۔ انسانی جسم کو روزانہ تقریباً 200 - 300 ملی گرام کی ضرورت ہوتی ہے۔ وہ تمام انزائم جو فاسفیٹ کی منتقلی میں ATP کا استعمال کرتے ہیں انھیں میگنیشیم بحیثیت کوفیکٹر (Cofactor) درکار ہوتا ہے۔ پودوں میں روشنی کو جذب کرنے کے لیے خاص پگمنٹ کلوروفل ہے جس میں میگنیشیم ہوتا ہے۔ جسم کے کیلشیم کا تقریباً 99% ہڈیوں اور دانتوں میں ہوتا ہے۔ یہ عصبی عضلاتی (Neuromuscular) فعل، اندرونی اعصابی ترسیل، خلوی جھلی کی سالمیت اور خون کے جمنے میں اہم کردار ادا کرتا ہے پلازمہ میں کیلشیم کا ارتکاز تقریباً $100\ mg\ L^{-1}$ پر قائم رکھا جاتا ہے۔ اسے دو ہارمون کیلسیٹونن (Calcitonin) اور پیراتھائرائڈ (Parathyroid) کے ذریعہ برقرار رکھا جاتا ہے۔ کیا آپ جانتے ہیں، ہڈی ایک بے عمل اور غیر متبادل شے نہیں ہے بلکہ یہ برابر گھلتی اور دوبارہ جمتی رہتی ہے جو کہ انسان میں تقریباً 400 ملی گرام یومیہ ہے؟ یہ تمام کیلشیم پلازمہ سے ہو کر گزرتا ہے۔

خلاصہ

دوری جدول کا **s-بلاک گروپ 1** (قلوی دھاتیں) اور **گروپ 2** (قلوی مٹی دھاتیں) پر مشتمل ہے۔ قلوی اس لیے کہلاتے ہیں کہ ان کے آکسائڈ اور ہائڈرا کسائڈ کی فطرت قلوی ہوتی ہے۔ قلوی دھاتوں کی پہچان یہ ہے کہ ان کے ایٹموں کے گرفتی خول میں ایک s-الیکٹران اور قلوی مٹی دھاتوں کے ایٹموں کے گرفتی خول میں دو s-الیکٹران ہوتے ہیں یہ بہت زیادہ متعامل ہیں اور بالترتیب **یک مثبت** **(M^{+})** اور **دو مثبت** **(M^{2+})** آین بناتے ہیں۔

ایٹمی عدد بڑھنے کے ساتھ قلوی دھاتوں کی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات بھی اسی طرح تبدیل ہوتی ہیں۔ گروپ میں نیچے جانے سے **ایٹمی** اور **آینی جسامت** بڑھتی ہے اور **آیونائزیشن اینتھالپی** باضابطہ گھٹتی ہے۔ تقریباً یہی رجحان قلوی مٹی دھاتوں میں ہے۔

ان گروپوں کا پہلا عنصر یعنی گروپ 1 میں لیتھیم اور گروپ 2 میں بیریلیم کی خصوصیات اگلے گروپ کے دوسرے ممبر کی خصوصیات سے میل کھاتی ہیں۔ اس یکسانیت کو دوری جدول میں **وتری تعلق** (Diagonal Relationship) کہتے ہیں۔ یہ عناصر اپنے گروپ کے دوسرے عناصر کے مقابلے مختلف طرز عمل کا اظہار کرتے ہیں۔

قلوی دھاتیں سفید، چمکیلی، نرم اور کم نقطۂ گداخت والی ہوتی ہیں۔ یہ بہت زیادہ متعامل ہیں۔ قلوی دھاتوں کے مرکبات اکثر آینی ہوتے ہیں۔ ان کے آکسائڈ اور ہائڈرا کسائڈ پانی میں حل ہو کر قوی القلی بناتے ہیں۔ ان کے اہم مرکبات سوڈیم کاربونیٹ، سوڈیم کلورائڈ، سوڈیم ہائڈراکسائڈ اور سوڈیم ہائڈروجن کاربونیٹ ہیں۔ سوڈیم ہائڈراکسائڈ کو **کیسنٹر کیلنر** (Castner Kellner) طریقہ سے اور سوڈیم کاربونیٹ کو سالوے (Solvay) کے طریقے سے تیار کرتے ہیں۔

قلوی مٹی دھاتوں کی کیمیا بہت کچھ قلوی دھاتوں سے ملتی ہے۔ تاہم کچھ فرق قلوی مٹی دھاتوں کی کم ایٹمی اور آینی جسامت اور کیٹ آین چارج کی زیادتی کی وجہ سے ہے۔ ان کے آکسائڈ اور ہائڈراکسائڈ قلوی دھاتوں کے آکسائڈوں اور ہائڈروکسائڈوں کے مقابلہ میں کم اساسی ہوتے ہیں۔ صنعتی اعتبار سے کیلشیم کے اہم مرکبات کیلشیم آکسائڈ (چونا)، کیلشیم ہائڈراکسائڈ (بجھا چونا)، کیلشیم سلفیٹ (**پلاسٹر آف پیرس**)، کیلشیم کاربونیٹ (چونا پتھر) اور سیمنٹ ہیں۔ **پورٹ لینڈ سیمنٹ** ایک اہم تعمیری شے ہے۔ اس کو سفوف شدہ چونا پتھر اور مٹی کے آمیزہ کو روٹری بھٹی میں گرم کر کے تیار کرتے ہیں اس طرح حاصل شدہ **کلنکر** (Clinker) کو کچھ جپسم (2-3% Gypsum) کے ساتھ ملا کر باریک سفوف حاصل کرتے ہیں۔ ان تمام اشیا کا استعمال مختلف طریقوں سے مختلف موقعوں پر ہوتا ہے۔

حیاتیاتی سیالوں میں یک گرفت سوڈیم اور پوٹاشیم آین اور دو گرفت میگنیشیم اور کیلشیم آین بڑے تناسب میں پائے جاتے ہیں۔ یہ آین بہت سے **حیاتیاتی افعال** جیسے آینوں کا توازن برقرار رکھنا اور عصبی ہیجان کے ایصال میں مدد کرتے ہیں۔

مشقیں

10.1 قلوی دھاتوں کی مشترک طبیعی اور کیمیائی خصوصیات کیا ہیں؟

10.2 قلوی مٹی دھاتوں کی عام خصوصیات اور خصوصیات میں Gradation کو بیان کیجیے۔

10.3 قدرتی ماحول میں قلوی دھاتیں کیوں نہیں پائی جاتی ہیں؟

10.4 Na_2O_2 میں سوڈیم کی تکسیدی حالت معلوم کیجیے۔

10.5 سمجھائیے کہ سوڈیم پوٹاشیم سے کم تعامل پذیر کیوں ہے؟

10.6 (i) آیونائزیشن اینتھالپی (ii) آکسائڈوں کی اساسیت اور (iii) ہائڈروکسائڈوں کی حل پذیری کے لحاظ سے قلوی دھاتوں اور قلوی مٹی دھاتوں کا موازنہ کیجیے۔

10.7 کیمیائی طرز عمل کے لحاظ سے لیتھیم کن معاملوں میں میگنیشیم سے یکسانیت ظاہر کرتا ہے؟

10.8 سمجھائیے کہ قلوی اور قلوی مٹی دھاتیں کیمیائی تحویل کے ذریعہ کیوں حاصل نہیں کی جاسکتی ہیں؟

10.9 ضیابرقی سیل میں لیتھیم کے بجائے پوٹاشیم اور سیزیم کا استعمال کیوں کرتے ہیں؟

10.10 جب قلوی دھات کو مائع امونیا میں حل کرتے ہیں تو محلول مختلف رنگ دیتا ہے۔ وجہ بتائیے کہ اس طرح رنگ کی تبدیلی کیوں ہوتی ہے؟

10.11 بیریلیم اور میگنیشیم لو میں رنگ نہیں دیتے جبکہ دوسری قلوی مٹی دھاتیں دیتی ہیں کیوں؟

10.12 سالوے (Solvay) طریقے میں ہونے والے مختلف تعاملات کو بیان کیجیے۔

10.13 پوٹاشیم کاربونیٹ سالوے (Solvay) طریقہ سے کیوں نہیں بنایا جاسکتا؟

10.14 Li_2CO_3 کم درجۂ حرارت پر کیوں تحلیل ہوجاتا ہے جبکہ Na_2CO_3 زیادہ درجہ حرارت پر تحلیل ہوتا ہے؟

10.15 قلوی دھاتوں اور قلوی مٹی دھاتوں کے مندرجہ ذیل مرکبات کی حل پذیری اور حرارتی استحکام کا موازنہ کیجیے (a) نائٹریٹ (b) کاربونیٹ (c) سلفیٹ

10.16 سوڈیم کلورائڈ سے آپ کس طرح حاصل کریں گے:

(i) سوڈیم دھات

(ii) سوڈیم ہائڈراکسائڈ

(iii) سوڈیم پرآکسائڈ

(iv) سوڈیم کاربونیٹ

10.17 کیا ہوتا ہے جب

(i) میگنیشیم کو ہوا میں جلاتے ہیں

(ii) کوئک لائم کو سیلکا کے ساتھ گرم کرتے ہیں

(iii) کلورین بجھے (Slaked) چونے سے تعامل کرتی ہے

(iv) کیلشیم نائٹریٹ کو گرم کرتے ہیں۔

10.18 مندرجہ ذیل میں ہر ایک کے دو اہم استعمال بتائیے:

(i) کاسٹک سوڈا

(ii) سوڈیم کاربونیٹ

(iii) کوئنک لائم (Quick Lime)

10.19 ساخت بتائیے: (i) $BeCl_2$ (ابخرات) (ii) $BeCl_2$ (ٹھوس)

10.20 سوڈیم اور پوٹاشیم کے ہائڈرا کسائڈ اور کاربونیٹ پانی میں بآسانی گھل جاتے ہیں جبکہ میگنیشیم اور کیلشیم کے نظیری نمک پانی میں بہت کم گھلتے ہیں سمجھائیے۔

10.21 مندرجہ ذیل کی اہمیت بیان کیجیے۔

(i) چونا پتھر (Limestone)

(ii) سیمنٹ

(iii) پلاسٹر آف پیرس

10.22 لیتھیم کے نمک عموماً آبیدہ (Hydrated) اور دوسرے القلی آین عموماً نابیدہ (Anhydrous) کیوں ہوتے ہیں؟

10.23 LiF پانی میں تقریباً غیر حل پذیر کیوں ہے جبکہ LiCl نہ صرف پانی میں بلکہ ایسی ٹون میں بھی حل پذیر ہے۔

10.24 حیاتیاتی سیالوں میں سوڈیم، پوٹاشیم، میگنیشیم اور کیلشیم کی اہمیت کو سمجھائیے۔

10.25 کیا ہوتا ہے جب

(i) سوڈیم دھات کو پانی میں ڈالتے ہیں۔

(ii) سوڈیم دھات کو کھلی ہوا میں گرم کرتے ہیں۔

(iii) سوڈیم پر آکسائڈ پانی میں گھلتا ہے۔

10.26 مندرجہ ذیل مشاہدات پر تبصرہ کیجیے:

(a) آبی محلول میں قلوی دھاتی آینوں کی حرکت (Mobilities) $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$

(b) لیتھیم واحد قلوی دھات ہے جو براہ راست نائٹرائڈ بناتا ہے۔

(c) $M^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow M(S)$ کے لیے $E^\ominus$ تقریباً مستقل رہتا ہے (یہاں M = Ca، Sr یا Ba)۔

10.27 بتلائیے کیا وجہ ہے کہ

(a) Na_2CO_3 کا محلول قلوی ہوتا ہے۔

(b) قلوی دھاتوں کو ان کے پگھلے ہوئے کلورائڈوں کی برق پاشیدگی سے تیار کرتے ہیں۔

(c) پوٹاشیم کے مقابلہ میں سوڈیم زیادہ کارآمد ہے۔

10.28 مندرجہ ذیل تعاملات کے لیے متوازن مساوات لکھیے۔

(a) Na_2O_2 اور پانی

(b) KO_2 اور پانی

(c) Na_2O اور CO_2

10.29 آپ کیسے سمجھائیں گے کہ

(i) BeO پانی میں غیر حل پذیر ہے لیکن $BeSO_4$ پانی میں حل پذیر ہے۔

(ii) BaO پانی میں حل پذیر ہے اور $BaSO_4$ غیر حل پذیر ہے۔

(iii) ایتھنال (C_2H_5OH) میں KI کے مقابلہ LiI زیادہ حل پذیر ہے۔

10.30 ذیل میں کس قلوی دھات کا سب سے کم نقطۂ گداخت ہے۔

(a) Na (b) K (c) Rb (d) Cs

10.31 ذیل میں کون سی قلوی دھات آبیدہ نمک بناتی ہے؟

(a) Li (b) Na (c) K (d) Cs

10.32 حرارتی اعتبار سے سب سے زیادہ مستحکم قلوی مٹی دھات کا کاربونیٹ ہے۔

(a) $MgCO_3$ (b) $CaCO_3$ (c) $SrCO_3$ (d) $BaCO_3$

اکائی 11

5166CH11

پی (p) بلاک عناصر

(The *p*-Block Elements)

"بھاری عناصر کے ایٹموں کی اندرونی کور (Inner Core) میں موجود ڈی (*d*) اور ایف (*f*) الیکٹرانوں کے اثر سے پی (*p*) بلاک عناصر کی خصوصیات میں تبدیلی نے ان کی کیمیا کو دلچسپ بنا دیا ھے۔"

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- پی بلاک عناصر کے عام کیمیائی رجحانات کی تائید کرسکیں؛
- گروپ 13 اور 14 کے عناصر کی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات کے رجحانات کو بیان کرسکیں؛
- بورون اور کاربن کا بے ربط طرز عمل واضح کرسکیں؛
- کاربن کی بہروپی شکلیں بیان کرسکیں؛
- بورون-کاربن اور سلیکان کے چند اہم مرکبات کی کیمیا کو جان سکیں؛
- گروپ 13 اور 14 کے عناصر اور ان کے مرکبات کے اہم استعمال کی فہرست تیار کرسکیں۔

p- بلاک عناصر میں آخری الیکٹران p-اربٹل (p-Orbital) میں جاتا ہے۔ جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ p- اربٹل کی تعداد تین ہے اس لیے p-اربٹل میں زیادہ سے زیادہ چھ الیکٹران آسکتے ہیں۔ نتیجتاً دوری جدول میں p-بلاک چھ گروپوں پر مشتمل ہے جو کہ 13 سے 18 تک ہیں۔ ان گروپوں کے اوّل عناصر بورون، کاربن، نائٹروجن، آکسیجن، فلورین اور ہیلیم ہیں۔ ان کے گرفت خول کا الیکٹرانی تشکل (ہیلیم کو چھوڑ کر) ns^2np^{1-6} ہے۔ الیکٹرانی تشکل کی اندرونی کور مختلف ہوسکتی ہے۔ اندرونی کور میں فرق کی وجہ سے عناصر کی طبیعی خصوصیات (جیسے ایٹمی اور آئنی نصف قطر، آیونائزیشن اینتھالپی وغیرہ) اور کیمیائی خصوصیات مختلف ہوتی ہیں۔ اس لیے پی بلاک عناصر کی خصوصیات میں بہت فرق پایا جاتا ہے۔ پی بلاک عنصر کی زیادہ سے زیادہ تکسیدی حالت گرفت الیکٹرانوں کی کل تعداد کے برابر ہوتی ہے (یعنی s اور p الیکٹرانوں کا مجموعہ) ظاہر ہے کہ ممکنہ تکسیدی حالت دوری جدول میں داہنی طرف بڑھتی ہے۔ گروپ تکسیدی حالت کے علاوہ p-بلاک عناصر دوسری ایسی تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتے ہیں جو عام طور پر (لیکن ضروری نہیں) گرفت الیکٹرانوں کی تعداد سے دو اکائی کم ہوتی ہیں۔ پی بلاک عناصر کی اہم تکسیدی حالتیں جدول 11.1 میں دی گئی ہیں۔ بورون، کاربن اور نائٹروجن فیملی میں تکسیدی حالت، گروپ میں ہلکے عناصر کے لیے سب سے زیادہ مستحکم ہوتی ہے۔ گروپ کی تکسیدی حالت سے دو اکائی کم تکسیدی حالت ہر ایک گروپ کے بھاری عناصر میں بتدریج زیادہ

جدول 11.1 پی بلاک عناصر کا عمومی الیکٹرانی تشکل اور تکسیدی حالتیں

گروپ	13	14	15	16	17	18
عمومی الیکٹرانی تشکل	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6 (ہیلیم کے لیے $1s^2$)
گروپ کا پہلا ممبر	B	C	N	O	F	He
گروپ تکسیدی حالت	+3	+4	+5	+6	+7	+8
دیگر تکسیدی حالتیں	+1	−4،+2	− 3 ،+3	−2 ،+2 ،+4	−1 ،+1 ،+3 ،+5	+2 ،+4 ،+6

مستحکم ہوجاتی ہے۔ گروپ کی تکسیدی حالت دو اکائی کم تکسیدی حالت کو 'جامد جفت اثر' **(Inert Pair Effect)** کہتے ہیں۔ ان دونوں تکسیدی حالتوں یعنی گروپ تکسیدی حالت اور گروپ تکسیدی حالت سے دو اکائی کم، کے نسبتی استحکام گروپ کے ساتھ تبدیلی ہوتے رہتے ہیں اور مناسب موقع پر ان کا تذکرہ کیا جائے گا۔

دلچسپ اور قابل غور بات یہ ہے کہ غیر دھات اور دھتونت (Metalloids) دوری جدول کے صرف p- بلاک میں ہوتے ہیں۔ گروپ میں نیچے جانے پر عناصر کی غیر دھاتی خاصیت گھٹتی ہے۔ درحقیقت p- بلاک کے ہر ایک گروپ کا سب سے بھاری عنصر فطرتاً سب سے زیادہ دھاتی ہوتا ہے غیر دھاتی خاصیت سے دھاتی خاصیت کی طرف تبدیلی گروپ کے ان عناصر کی کیمیا میں تنوع کا باعث ہوتی ہے جو اس گروپ میں پائی جاتی ہیں۔

عموماً دھاتوں کے مقابلہ میں غیر دھاتوں کی آیونائزیشن اینتھالپی اور برقی منفیت (Electronagativity) زیادہ ہوتی ہے۔ اس لیے دھاتوں کے برخلاف جو کہ آسانی سے کیٹ آین بناتی ہیں غیر دھاتیں آسانی سے این آین بناتی ہیں۔ برقی منفیت میں بہت زیادہ فرق ہونے کی وجہ سے بہت زیادہ متعامل غیر دھاتیں بہت زیادہ متعامل دھاتوں سے مل کر آینی مرکبات (Ionic Compounds) بناتے ہیں۔ دوسری طرف برقی منفیت میں کم فرق ہونے کی وجہ سے غیر دھاتیں شریک گرفت (Covalent) مرکبات بناتی ہیں غیر دھاتی خاصیت سے دھاتی خاصیت کی تبدیلی کو ان سے بننے والے آکسائڈوں کی فطرت کی مدد سے زیادہ بہتر طریقے سے سمجھا جاسکتا ہے۔ غیر دھاتی آکسائڈ تیزابی یا تعدیلی (Neutral) ہوتے ہیں جبکہ دھاتی آکسائڈ فطرتاً اساسی (Basic) ہوتے ہیں۔

p-بلاک کا پہلا رکن اپنے نظیری گروپ ممبروں سے دو باتوں میں مختلف ہوتا ہے۔ پہلا جسامت ہے اور وہ تمام خصوصیات جو جسامت پر منحصر ہوتی ہیں۔ اس طرح p- بلاک کا سب سے ہلکا عنصر وہ تمام فرق ظاہر کرتا ہے جو s- بلاک کے سب سے ہلکے عناصر لیتھیم اور بیریلیم ظاہر کرتے ہیں۔ دوسرا اہم فرق جو صرف p- بلاک عناصر پر لاگو ہوتا ہے وہ بھاری عناصر کے گرفت خول کے d اربٹل (d-Orbitals) کا اثر ہے (جو تیسرے دور کے بعد سے شروع ہوتا ہے) اور دوسرے دور کے عناصر میں ان کی غیر موجودگی ہے۔ دوسرے دور کے عناصر بورون سے شروع ہوتے ہیں ان میں زیادہ سے زیادہ گرفت چار ($2s$ اور تین $2p$ اربٹل کا استعمال کرتے ہوئے) تک محدود ہے۔ اس کے برخلاف p گروپ کے تیسرے دور کے عناصر جن کا الیکٹرانی تشکل $3s^23p^n$ ہے ان میں $3d$ خالی اربٹل ہیں جو $3p$ اور $4s$ انرجی لیول کے درمیان ہیں۔ ان d اربٹل کا استعمال کرکے تیسرے دور کے عناصر اپنی شریک گرفت (Covalence) کو چار سے زیادہ بڑھا سکتے ہیں۔ مثلاً جبکہ بورون صرف $[BF_4]^-$ بناتا ہے۔ ایلومینیم $[AlF_6]^{3-}$ آین دیتا ہے۔ ان d اربٹل کی موجودگی بھاری عناصر کی کیمیا پر کئی طرح سے اثر انداز ہوتی ہے۔ جسامت اور d اربٹل کی دستیابی کا مجموعی اثر ان عناصر میں پائی (π) بند بنانے کی صلاحیت پیدا کرتا ہے۔ گروپ کا پہلا ممبر بھاری ممبروں کے مقابلہ خود اپنے ساتھ (مثلاً $C = C$ ،$C \equiv C$ ،$N \equiv N$) اور دیگر دوسری قطار کے عناصر کے ساتھ (مثلاً $C = O$ ،$C \equiv N$ ،$N = O$) $p\pi - p\pi$ بند بنانے کی صلاحیت کے اعتبار سے مختلف ہے۔ اس طرح کی π بندشیں بھاری p

بلاک عناصر میں مضبوط نہیں ہوتیں۔ بھاری عناصر بھی π بند بناتے ہیں اور یہ d اربٹل کا استعمال کرتے ہیں ($d\pi - d\pi$ یا $d\pi - p\pi$)۔ کیونکہ d اربٹل کی توانائی p اربٹل کے مقابلے زیادہ ہوتی ہے اس لیے سالمات کا استحکام دوسری قطار کے عناصر (جن میں $p\pi - p\pi$ بند ہوتے ہیں) کے مقابلے میں کم ہوتا ہے۔ تاہم بھاری عناصر کا کوآرڈی نیشن نمبر (Coordination Number) یکساں تکسیدی حالت میں اوّل عنصر کے مقابلے زیادہ ہوتا ہے۔ مثلاً تکسیدی حالت +5 میں N اور P دونوں آکسو این آین : NO_3^- (تین کو آرڈینیشن ہمراہ π- بانڈ جس میں نائٹروجن کا ایک p اربٹل شامل ہے) اور PO_3^- (چار کوآرڈی نیشن بشمول s، p اور d اربٹل کے استعمال سے π بانڈ) بناتے ہیں۔ اس اکائی میں ہم دوری جدول کے گروپ 13 اور 14 کے عناصر کا مطالعہ کریں گے۔

11.1 گروپ 13 عناصر: بورون فیملی (Group 13 Elements: The Boron Family)

اس گروپ کے عناصر متنوع خصوصیات ظاہر کرتے ہیں۔ بورون ایک امتیازی (Typical) غیر دھات ہے۔ ایلومینیم ایک دھات ہے لیکن کئی کیمیائی خصوصیات ایلومینیم اور بورون میں یکساں ہیں۔ گیلیم، انڈیم، تھیلیم اور نیہونیم تقریباً خالص دھاتی خصوصیات کے حامل ہیں۔

بورون ایک بہت کم پایا جانے والا عنصر ہے۔ جو خاص طور سے آرتھو بورک ایسڈ (H_3BO_3)، بوریکس $(Na_2B_4O_7.10H_2O)$ اور کرنائٹ $(Na_2B_4O_7.4H_2O)$ میں پایا جاتا ہے۔ ہندوستان میں پوگا گھاٹی (لداخ) اور سانبھر جھیل (راجستھان) میں بوریکس ملتا ہے۔ کمیت کے اعتبار سے بورون قشر ارض میں 0.0001% سے بھی کم ہے۔ بورون کے دو ہم جا ^{10}B (19%) اور ^{11}B (81%) ہوتے ہیں۔ ایلومینیم سب سے زیادہ پائی جانے والی دھات ہے۔ دراصل قشر ارض میں کمیت کے اعتبار سے آکسیجن (45.5%) اور سلیکان (27.7%) کے بعد تیسرا سب سے زیادہ پایا جانے والا عنصر ایلومینیم (8.3%) ہے۔ باکسائٹ $(Al_2O_3.\ 2H_2O)$ اور کرائیولائٹ (Na_3AlF_6) ایلومینیم کے اہم معدنیات ہیں۔ ہندوستان میں ابرق (Mica) کی شکل میں یہ مدھیہ پردیش، کرناٹک، اڑیسہ اور جموں میں پایا جاتا ہے۔ گیلیم، انڈیم اور تھیلیم قدرتی ماحول میں کم پائے جانے والے عناصر ہیں۔ نیہونیم ایک تالیفی تابکار عنصر ہے۔

نیہونیم کی علامت Nh، ایٹمی عدد 113، ایٹمی کمیت 286 اور الیکٹرانی تشکل $[Rn]5^{14}, 6d^{10}, 7s^2, 7p^1$ ہے۔ ابھی تک اسے کافی کم مقدار میں بنایا گیا ہے اور اس سے مستحکم ہم جا کی نصف عمر صرف 20 سیکنڈ ہے۔ ان وجوہات کی بنا پر اس کی خصوصیات ابھی تک واضح نہیں ہو پائی ہیں۔ یہاں اس گروپ کے باقی عناصر کی ایٹمی طبعی اور کیمیائی خصوصیات ذیل میں بیان کی گئی ہیں۔

11.1.1 الیکٹرانی تشکل (Electronic Configuration)

ان عناصر کا باہری الیکٹرانی تشکل ns^2np^1 ہے۔ الیکٹرانی تشکل کا قریب سے مطالعہ کرنے پر معلوم ہوتا ہے کہ بورون اور ایلومینیم کا قلب (Core) نوبل گیس جیسا ہے۔ گیلیم اور انڈیم کا کور نوبل گیس کے ساتھ ساتھ 10d الیکٹران اور تھیلیم کا کور نوبل گیس کے ساتھ ساتھ 14f الیکٹران اور 10d الیکٹران کور پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس طرح ان عناصر کی الیکٹرانی ساخت پہلے دو گروپوں کے عناصر (اکائی 10) سے زیادہ پیچیدہ ہے۔ الیکٹرانی ساخت کے فرق کی وجہ سے اس گروپ کے عناصر کی خصوصیات اور نتیجتاً ان کی کیمیا متاثر ہوتی ہے۔

11.1.2 ایٹمی نصف قطر (Atomic Radii)

گروپ میں نیچے جانے پر ہر ایک اگلے ممبر میں ایک الیکٹرانی خول بڑھ جاتا ہے اس لیے ایٹمی نصف قطر کے بڑھنے کی امید ہے۔ تاہم ایک انحراف دیکھا جاتا ہے۔ Ga کا نصف قطر Al سے کم ہے۔ اس کو اندرونی قلب (Inner Core) میں الیکٹرانی تشکل کے فرق سے سمجھا جا سکتا ہے۔ گیلیم میں زائد 10d الیکٹرانوں کی موجودگی باہری الیکٹرانوں کے لیے ایک کمزور اسکریننگ اثر (Poor Screening Effect) دیتا ہے جو نیوکلائی چارج کے بڑھنے سے ہوتا ہے۔ جس کے نتیجہ میں گیلیم کا ایٹمی نصف قطر (135pm) ایلومینیم (143pm) سے کم ہوتا ہے۔

11.1.3 آیونائزیشن اینتھالپی (Ionization Enthalpy)

عام رجحان کے مطابق گروپ میں نیچے جانے پر آیونائزیشن اینتھالپی یکساں طور پر جیسا کہ امید کی جاتی ہے نہیں گھٹتی۔ B سے Al کی طرف اینتھالپی میں کمی اس کے جسامت کے بڑھنے سے وابستہ ہے۔ Al اور Ga کے درمیان اور In اور Tl کے درمیان آیونائزیشن اینتھالپی کی قدر میں عدم تسلسل کا مشاہدہ ان میں d اور f الیکٹرانوں کی وجہ سے ہے کیونکہ ان کے کم اسکریننگ اثر (Poor Screening Effect) ان کے بڑھتے نیوکلیائی چارج کی تلافی (Compensate) نہیں کر پاتے۔

جیسا کہ توقع کی جاتی ہے کہ آیونائزیشن اینتھالپی کی ترتیب $\Delta_i H_1 < \Delta_i H_2 < \Delta_i H_3$ ہے۔ ہر ایک عنصر کی پہلی تین آیونائزیشن اینتھالپی کا مجموعہ بہت زیادہ ہے۔ اس کا اثر اس وقت معلوم ہوگا جب آپ ان کی کیمیائی خصوصیات کا مطالعہ کریں گے۔

11.1.4 برقی منفیت (Electronegativity)

گروپ میں نیچے جانے پر برقی منفیت پہلے B سے Al تک گھٹتی ہے اس کے بعد معمولی طور پر بڑھتی ہے (جدول 11.2)۔ اس کی وجہ عناصر کی ایٹمی جسامت میں فرق ہے۔

11.1.5 طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

بورون فطرتاً غیر دھاتی ہے۔ یہ بہت سخت کالے رنگ کا ٹھوس ہے۔ یہ بہت سی بہروپی شکلوں میں پایا جاتا ہے۔ بہت مضبوط کرسٹل لیٹس کی وجہ سے بورون کا نقطہ گداخت بہت زیادہ ہے۔ بقیہ ممبر ملائم دھاتیں ہیں جن کا نقطہ گداخت کم اور برقی موصلیت زیادہ ہوتی ہے۔ قابل غور بات یہ ہے کہ گیلیم جس کا نقطہ گداخت (303K) غیر معمولی طور پر کم ہے موسم گرما میں مائع حالت میں ہوسکتا ہے۔ زیادہ نقطہ جوش (2676K) ہونے کی وجہ سے اس

جدول 11.2 گروپ 13 عناصر کی ایٹمی اور طبیعی خصوصیات

خاصیت		عنصر				
		بورون B	ایلومنیم Al	گیلیم Ga	انڈیم In	تھیلیم Tl
ایٹمی عدد		5	13	31	49	81
ایٹمی کمیت $g\ mol^{-1}$		10.81	26.98	69.72	114.82	204.38
الیکٹرانی تشکل		$[He]2s^22p^1$	$[Ne]3s^23p^1$	$[Ar]3d^{10}4s^24p^1$	$[Kr]4d^{10}5s^25p^1$	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^24p^1$
ایٹمی نصف قطر/ pm^a		(85)	143	135	167	170
آئنی نصف قطر M^{3+}/pm^b		(27)	53.5	62.0	80.0	88.5
آئنی نصف قطر M^+/pm		-	-	120	140	150
آیونائزیشن اینتھالپی $(kJ\ mol^{-1})$	$\Delta_i H_1$	801	577	579	558	589
	$\Delta_i H_2$	2427	1816	1979	1820	1971
	$\Delta_i H_3$	3659	2744	2962	2704	2877
الیکٹران منفیت [c]		2.0	1.5	1.6	1.7	1.8
کثافت 298K پر gcm^{-3}		2.35	2.70	5.90	7.31	11.85
نقطہ گداخت/K		2453	933	303	430	576
نقطہ جوش/K		3923	2740	2676	2353	1730
$E^\ominus/V$	(M^{3+}/M)	-	–1.66	–0.56	–0.34	+1.26
$E^\ominus/V$	(M^+/M)	-	+0.55	–0.79(Acid) –1.39(Alkali)	–0.18	–0.34

[a] دھاتی نصف قطر، [b] 6-کوآرڈی نیشن، [c] پالنگ پیمانہ

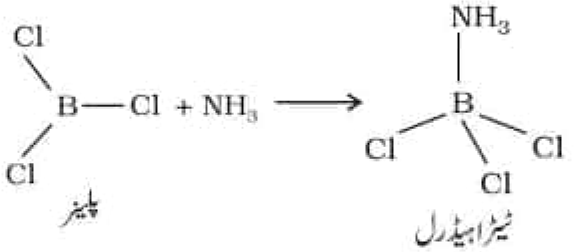
کا استعمال بہت اونچے درجہ حرارت کو ناپنے میں کرتے ہیں۔ گروپ میں نیچے جانے پر بورون سے تھیلیم تک عناصر کی کثافت بڑھتی جاتی ہے۔

11.1.6 کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

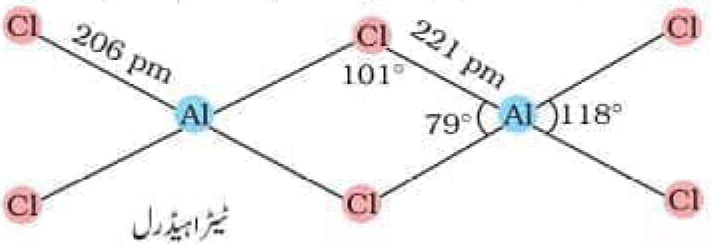
تکسیدی حالت اور کیمیائی تعاملیت کے رجحانات (Oxidation state and trends in chemical reactivity)

چھوٹی جسامت ہونے کی وجہ سے بورون کی پہلی تین آیونائیزیشن کا مجموعہ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ یہ اس کو 3+ آین بنانے سے باز رکھتا ہے اور صرف شریک گرفت مرکبات تشکیل دینے کے لیے مجبور کرتا ہے۔ لیکن B سے Al کی طرف چلنے پر Al کی پہلی تین آیونائیزیشن انتھالپی کا مجموعہ بہت کم ہوجاتا ہے اس لیے یہ Al^{3+} آین بنا سکتا ہے۔ دراصل ایلومینیم ایک بہت زیادہ برق مثبت (Electropositive) دھات ہے۔ گروپ میں نیچے جانے پر کمزوراسکریننگ اثر (Poor Shielding Effect) جو کہ اندرونی d اور f مداروں کی وجہ سے ہے بڑھا ہوا موثر نیوکلیائی چارج ns الیکٹرانوں کو مضبوطی سے جوڑے رکھتا ہے (یعنی جفتی اثر کے لیے ذمہ دار) جو کہ ان کو بندش (Bonding) میں حصہ لینے سے روکتا ہے۔ اس کے نتیجہ میں صرف p- اربٹل کے الیکٹران ہی بندش میں استعمال ہوتے ہیں۔ دراصل Ga، In، اور Tl میں 1+ اور 3+ دونوں تکسیدی حالتیں پائی جاتی ہیں۔ 1+ تکسیدی حالت کا نسبتی استحکام (Relative Stability) بھاری عناصر میں بتدریج بڑھتا ہے $Al < Ga < In < Tl$۔ تھیلیم میں 1+ تکسیدی حالت متغلب ہے جبکہ 3+ تکسیدی حالت فطرتاً بہت زیادہ تکسیدی (Oxidising) ہے۔ 1+ تکسیدی حالت والے مرکبات 3+ تکسیدی حالت والے مرکبات سے زیادہ آینی (Ionic) ہوتے ہیں۔

سہ گرفت (Trivalent) حالت میں ان عناصر کے سالمہ کے مرکزی ایٹم کے گرد (مثلاً BF_3 میں بورون) صرف چھ الیکٹران ہوتے ہیں۔ اس قسم کے ناکافی الیکٹران والے (Electron Deficient) سالمات میں الیکٹران کا ایک جوڑا حاصل کرکے متحکم الیکٹرانی تشکل حاصل کرنے کا رجحان ہوتا ہے اور اس طرح لوئس تیزاب جیسا برتاؤ کرتے ہیں۔ گروپ میں نیچے چلنے پر جسامت بڑھنے کی وجہ سے لوئس تیزاب جیسا طرزِ عمل کم ہوجاتا ہے۔ BCl_3 آسانی سے امونیا سے الیکٹران کا ایک لون جوڑا (Lone Pair) لے کر $BCl_3.NH_3$ بناتا ہے۔



$AlCl_3$ ڈائمر (Dimer) کی تشکیل کے ذریعے استحکام حاصل کرلیتا ہے



سہ گرفت حالت میں اکثر مرکبات شریک گرفت ہوتے ہیں اور پانی میں آب پاشیدہ (Hydrolyse) ہوجاتے ہیں۔ مثلاً ٹرائی کلورائڈ پانی میں آب پاشیدہ ہوکر ٹیٹراہیڈرل $[M(OH)_4]^-$ انواع بناتے ہیں۔ M عنصر کی مخلوط حالت (Hybridization State) sp^3 ہے۔ ایلومینیم کلورائڈ تیزابی آبی محلول میں آکٹا ہیڈرل $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ آین بناتا ہے۔ اس پیچیدہ آین میں ایلومینیم کے 3d اربٹل شامل ہوتے ہیں اور Al کی مخلوط حالت sp^3d^2 ہوتی ہے۔

مسئلہ 11.1

Al^{3+}/Al اور Tl^{3+}/Tl کے معیاری الیکٹروڈ مضمر $E^\ominus$ بالترتیب $-1.66V$ اور $+1.26V$ ہیں۔ محلول میں M^{3+} آین بننے کے بارے میں پیشین گوئی کیجیے اور دونوں دھاتوں کے برق مثبت کردار کا موازنہ کیجیے۔

حل

دو نصف سیل (Half Cell) تعاملات کے معیاری الیکٹروڈ مضمر کی قدروں سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایلومینیم کا $Al^{3+}(aq)$ آین بنانے کا زیادہ رجحان ہے جب کہ Tl^{3+} نہ صرف محلول میں غیر متحکم ہے بلکہ یہ ایک مضبوط تکسیدی ایجنٹ بھی ہے۔ اس طرح محلول میں Tl^{3+} کے مقابلے میں Tl^+ زیادہ متحکم ہے۔ ایلومینیم چونکہ آسانی سے 3+ آین بنا سکتا ہے اس لیے یہ تھیلیم کے مقابلے میں زیادہ برقی مثبت ہے۔

(i) ہوا سے تعامل (Reactivity Towards Air)

قلمی شکل میں بورون غیر متعامل ہوتا ہے۔ ایلومینیم کی سطح پر ایک باریک آکسائڈ کی پرت بن جاتی ہے جو دھات کو مزید تعامل سے باز رکھتی ہے۔ غیر قلمی بورون اور ایلومینیم دھات ہوا میں گرم کرنے پر بالترتیب B_2O_3 اور Al_2O_3 بناتے ہیں۔ زیادہ درجہ حرارت پر ڈائی نائٹروجن سے مل کر نائٹرائڈ بناتے ہیں۔

$$2E(s) + 3O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2E_2O_3(s)$$
$$2E(s) + N_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2EN(s)$$

(E = عنصر)

گروپ میں نیچے جانے پر ان آکسائڈوں کی فطرت تبدیل ہوتی جاتی ہے۔ بورون ٹرائی آکسائڈ تیزابی ہوتا ہے اور آساسی (دھاتی) آکسائڈ کے ساتھ مل کر دھاتی بوریٹ بناتا ہے۔ ایلومینیم اور گیلیم کے آکسائڈ ایمفوٹیرک (Amphoteric) ہوتے ہیں اور انڈیم اور تھیلیم کی آکسائڈ کی خصوصیات اساسی ہوتی ہیں۔

(ii) تیزابوں اور القلی سے تعامل (Reactivity Towards Acids and Alkalies)

معتدل درجہ حرارت پر بورون تیزابوں اور القلیوں سے تعامل نہیں کرتا لیکن ایلومینیم معدنی تیزابوں اور آبی القلیوں میں گھل کر ایمفوٹیرک خصوصیت کو ظاہر کرتا ہے۔

ایلومینیم ڈائی لیوٹ HCl میں گھل کر ڈائی ہائڈروجن خارج کرتا ہے۔

$$2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 6Cl^-(aq) + 3H_2(g)$$

مرتکز نائٹرک ایسڈ ایلومینیم کی سطح پر آکسائڈ کی ایک حفاظتی پرت بنا کر اس کو غیر عامل بنا دیتا ہے۔

ایلومینیم آبی القلی سے تعامل کر کے ڈائی ہائڈروجن خارج کرتا ہے۔

$$2Al(s) + 2NaOH(aq) + 6H_2O(l)$$
$$\downarrow$$
$$2Na^+[Al(OH)_4]^-(aq) + 3H_2(g)$$

سوڈیم ٹیٹرا ہائڈروکسو
ایلومینیٹ (III) آئن

(iii) ہیلوجنوں سے تعامل (Reactivity Towards Halogens)

یہ عناصر ہیلوجنوں سے تعامل کر کے ٹرائی ہیلائڈ ($TlCl_3$ کو چھوڑ کر) بناتے ہیں۔

$$2E(s) + 3X_2(g) \rightarrow 2EX_3(s)\ (X = F, Cl, Br, I)$$

مسئلہ 11.2

نابیدہ ایلومینیم کلورائڈ کی بوتل کے چاروں طرف سفید دھواں ظاہر ہوتا ہے۔ وجہ بتائیے۔

حل

نابیدہ ایلومینیم کلورائڈ فضا کی نمی سے جزوی طور پر آب پاشیدہ ہوکر HCl گیس خارج کرتا ہے مرطوب HCl سفید رنگ کا نظر آتا ہے۔

11.2 بورون کی بے ربط خصوصیات اور اہم رجحانات (Important Trends and Anomalous Properties of Boron)

گروپ 13 عناصر کے کیمیائی طرزِ عمل میں کچھ اہم رجحانات پائے جاتے ہیں۔ سبھی عناصر کے ٹرائی ہیلائڈ فطرتاً شریک گرفت ہوتے ہیں اور پانی میں آب پاشیدہ ہوجاتے ہیں۔ بورون چھوڑ کر ٹیٹرا ہڈرل $[M(OH)_4]^-$ اور آکٹاہڈرل $[M(H_2O)_6]^{3+}$ جیسی انواع آبی وسیلہ میں پائے جاتے ہیں۔

مونومر (Monomer) ٹرائی ہیلائڈ ناکافی الیکٹران ہونے کی وجہ سے قوی لوئس تیزاب ہوتے ہیں۔ بورون ٹرائی فلورائڈ آسانی سے لوئس اساس مثلاً NH_3 سے تعامل کر کے بورون کے اطراف آکٹیٹ (Octet) مکمل کر لیتے ہیں۔

$$F_3B + :NH_3 \rightarrow F_3B \leftarrow NH_3$$

d ارٹبل کی عدم موجودگی کی وجہ سے B کی زیادہ سے زیادہ شریک گرفت 4 ہے۔ چونکہ Al اور دوسرے عناصر میں *d* ارٹبل موجود ہوتے ہیں اس لیے ان میں شریک گرفت کی 4 سے زیادہ امید ہے۔ اکثر

دوسرے دھاتی ہیلائڈ (مثلاً $AlCl_3$) ہیلوجن پُل (Halogen bridge) کے ذریعے ڈائی میرک (مثلاً Al_2Cl_6) بن جاتے ہیں۔ ان ہیلوجن پل والے سالموں میں دھاتی انواع، ہیلوجن سے الیکٹران لے کر اپنا آکٹیٹ مکمل کر لیتے ہیں۔

مسئلہ 11.3

بورون BF_6^{3-} آین نہیں بنا سکتا۔ سمجھائیے۔

حل

d اربٹل کی عدم موجودگی کی وجہ سے بورون اپنے آکٹیٹ کی توسیع نہیں کرسکتا اس لیے بورون میں شریک گرفت 4 سے زیادہ نہیں ہوسکتی۔

11.3 بورون کے چند اہم مرکبات (Some Important Compounds of Boron)

بورون کے چند مفید مرکبات بوریکس آرتھوبورک ایسڈ اور ڈائی بورین ہیں۔ ہم ان کی کیمیا کا مطالعہ مختصر طور پر کریں گے۔

11.3.1 بوریکس (Borax)

یہ بورون کا سب سے اہم مرکب ہے۔ یہ سفید قلمی ٹھوس ہے جس کا فارمولہ $Na_2B_4O_7.10H_2O$ ہے۔ دراصل اس میں ٹیٹرا نیوکلیائی اکائی $[B_4O_5(OH)_4]^{2-}$ ہوتی ہے اس لیے صحیح فارمولہ $Na_2[B_4O_5(OH)_4].8H_2O$ ہے۔ بوریکس پانی میں گھل کر ایک قلوی محلول دیتا ہے۔

$$Na_2B_4O_7 + 7H_2O \rightarrow 2NaOH + 4H_3BO_3$$

آرتھوبورک ایسڈ

گرم کرنے پر بوریکس پہلے پانی کا سالمہ نکال دیتا ہے اور پھول جاتا ہے۔ مزید گرم کرنے پر یہ ایک شفاف مائع میں تبدیل ہو جاتا ہے جو کہ شیشہ جیسی شے کی شکل میں منجمد ہوتا ہے جسے بوریکس بیڈ کہتے ہیں۔

$$Na_2B_4O_7.10H_2O \xrightarrow{\Delta} Na_2B_4O_7 \xrightarrow{\Delta} 2NaBO_2 + B_2O_3$$

سوڈیم میٹا بوریٹ بورک این ہائیڈرائڈ

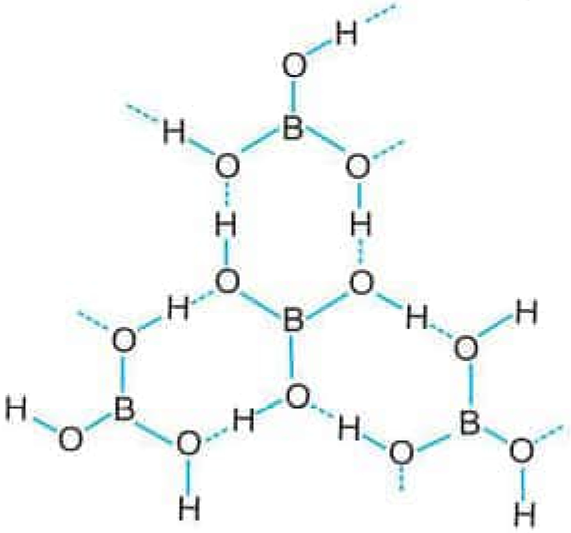
اکثر عبوری دھاتوں کے میٹا بوریٹ مخصوص رنگ کے ہوتے ہیں اس لیے تجربہ گاہ میں ان کی شناخت کے لیے بوریکس بیڈٹیسٹ کا استعمال کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر جب پلاٹینم تار کے حلقہ میں بنسن برنر کے شعلہ میں بوریکس کو CoO کے ساتھ گرم کرتے ہیں تو نیلے رنگ کی $Co(BO_2)_2$ بیڈ (Bead) بنتی ہے۔

11.3.2 آرتھوبورک ایسڈ (Orthoboric Acid)

آرتھوبورک ایسڈ H_3BO_3 ایک سفید قلمی ٹھوس ہے جس کا لمس صابن جیسا ہوتا ہے۔ یہ پانی میں بہت کم گھلتا ہے لیکن گرم پانی میں بہت زیادہ حل پذیر ہے۔ اسے بوریکس کے آبی محلول کو تیزابی کر کے تیار کرتے ہیں۔

$$Na_2B_4O_7 + 2HCl + 5H_2O \rightarrow 2NaCl + 4B(OH)_3$$

اسے بورون کے اکثر مرکبات (ہیلائڈ، ہائڈرائڈ وغیرہ) کی آب باشیدگی (پانی یا ڈائی لیوٹ تیزاب سے تعامل) سے بھی بناتے ہیں۔ اس کی ساخت پرت دار (Layer Structure) ہوتی ہے جس میں سطحی BO_3 اکائیاں ہائڈروجن بند سے جڑی ہوتی ہیں جیسا کہ شکل 11.1 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 11.1 بورک ایسڈ کی ساخت : نقطہ دار خطوط ہائڈروجن بند کو ظاہر کرتے ہیں۔

بورک ایسڈ ایک کمزور مونوبیسک تیزاب ہے۔ یہ پروٹونک تیزاب نہیں ہے بلکہ ہائڈوکسل آین سے الیکٹران لے کرلوئس تیزاب کی طرح کام کرتا ہے۔

$$B(OH)_3 + 2HOH \rightarrow [B(OH)_4]^- + H_3\overset{+}{O}$$

آرتھوبورک ایسڈ کو 370K کے اوپر گرم کرنے پر میٹابورک ایسڈ HBO_2 بنتا ہے۔ جو کہ مزید گرم کرنے پر بورک ایسڈ دیتا ہے۔

$$H_3BO_3 \xrightarrow{\Delta} HBO_2 \xrightarrow{\Delta} B_2O_3$$

مسئلہ 11.4

بورک ایسڈ کو کمزور ایسڈ کیوں تصور کرتے ہیں؟

حل

کیونکہ یہ خود H^+ آین خارج کرنے کے قابل نہیں ہے۔ یہ پانی کے سالمہ سے OH^- آین لے کر اپنا آکٹیٹ (Octet) مکمل کرتا ہے اور پھر H^+ آین نکالتا ہے۔

11.3.3 ڈائی بورین، B_2H_6 (Diborane, B_2H_6)

سب سے سادہ بورون ہائڈرائڈ کو ڈائی بورین کہتے ہیں۔ اسے بورون ٹرائی فلورائڈ اور ڈائی ایتھائل ایتھر میں $LiAlH_4$ کے تعامل سے بناتے ہیں۔

$$4BF_3 + 3\ LiAlH_4 \rightarrow 2B_2H_6 + 3LiF + 3AlF_3$$

تجربہ گاہ میں ڈائی بورین بنانے کا آسان طریقہ سوڈیم بوروہائڈرائڈ کی آیوڈین سے تکسید ہے۔

$$2NaBH_4 + I_2 \rightarrow B_2H_6 + NaI + H_2$$

صنعتی پیمانہ پر ڈائی بورین کو BF_3 اور سوڈیم ہائڈرائڈ کے تعامل سے بناتے ہیں۔

$$2BF_3 + 6NaH \xrightarrow{450K} B_2H_6 + 6NaF$$

ڈائی بورین بغیر رنگ کی بہت زیادہ سمی (Toxic) گیس ہے اس کا نقطہ جوش 180K ہے۔ ہوا میں رکھنے پر یہ خود بخود آگ پکڑ لیتی ہے۔ آکسیجن میں جلنے پر یہ بہت زیادہ توانائی خارج کرتی ہے۔

$$B_2H_6 + 3O_2 \rightarrow B_2O_3 + 3H_2O; \quad \Delta_c H^{\ominus} = -1976\ kJ\ mol^{-1}$$

اکثر اونچے بورین بھی ہوا میں خود بخود جلتے ہیں۔ بورین پانی میں آب پاشیدہ ہو کر بورک ایسڈ دیتے ہیں۔

$$B_2H_6(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 2B(OH)_3(aq) + 6H_2(g)$$

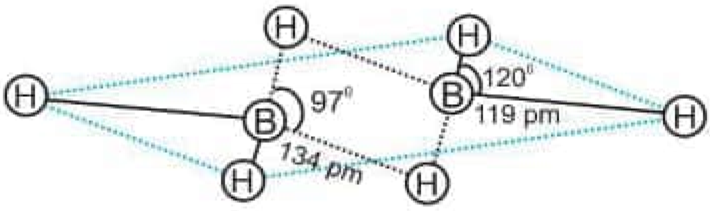
ڈائی بورین لوئس اساسوں (L) کے ساتھ شگافی (Cleavage) تعاملات کر کے بورین ایڈکٹ (Adducts) $BF_3.L$ دیتے ہیں۔

$$B_2H_6 + 2NMe_3 \rightarrow 2BH_3.NMe_3$$
$$B_2H_6 + 2CO \rightarrow 2BH_3.CO$$

امونیا کا ڈائی بورین کے ساتھ تعامل پہلے $B_2H_6.2NH_3$ دیتا ہے۔ جس کا ضابطہ $[BH_2(NH_3)_2]^+[BH_4]^-$ ہوتا ہے، مزید گرم کرنے پر بورازین $B_3N_3H_6$ دیتا ہے جس کو اس کی حلقہ نما ساخت جس میں متبادل BH اور NH گروپ ہوتے ہیں، کی وجہ سے ''غیر نامیاتی بینزین'' کہتے ہیں۔

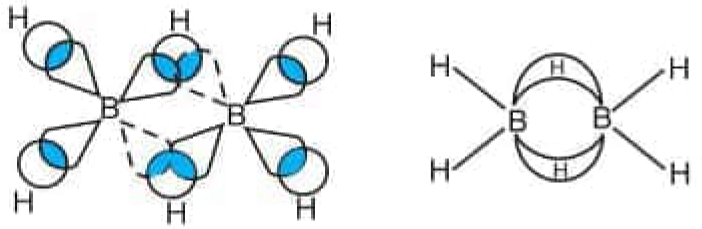
$$3B_2H_6 + 6NH_3 \rightarrow 3[BH_2(NH_3)_2]^+[BH_4]^- \xrightarrow{Heat} 2B_3N_3H_6 + 12H_2$$

ڈائی بورین کی ساخت شکل (a)11.2 میں دکھائی گئی ہے۔ کنارے کے چار ہائڈروجن ایٹم اور دو بورین کے ایٹم ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔ اس مستوی کے اوپر اور نیچے ہائڈروجن پل والے دو ایٹم ہوتے ہیں۔ کنارے کے چار B-H بند منظم دو مرکز دو الیکٹران بند ہوتے ہیں جبکہ دو پل (B-H-B) بند مختلف ہوتے ہیں۔ اور تین مرکز دو الیکٹران بند کی طرح سمجھے جاسکتے ہیں جیسا کہ شکل (b)11.2 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 11.2(a) ڈائی بورین B_2H_6 کی ساخت

بورین بہت سے ہائڈرو بوریٹ بھی بناتا ہے جس میں سب سے اہم ٹیٹرا ہیڈرل $[BH_4]^-$ آین ہے۔ کئی دھاتوں کے ٹیٹرا ہائڈرائڈو بوریٹ معلوم ہیں۔ لیتھیم اور سوڈیم ٹیٹرا ہائڈرو بوریٹ جن کو بورو ہائڈرائڈ بھی کہتے ہیں ڈائی ایتھائل ایتھر میں دھاتی ہائڈرائڈ کے B_2H_6 کے ساتھ تعامل سے تیار کرتے ہیں۔



شکل 11.2 (b) ڈائی بورین میں بندش۔ ہر ایک B ایٹم بندش کے لیے sp^3 ہائبرڈ استعمال کرتا ہے۔ ہر ایک B ایٹم پر چار sp^3 ہائبرڈ میں سے ایک بغیر الیکٹران کا ہے جسے ٹوٹی لائنوں سے ظاہر کیا گیا ہے۔ کنارے کے B-H بند نارمل 2 مرکز -2 الیکٹرون بند ہیں لیکن دو پل بند 3 مرکز -2 الیکٹرون بند ہیں۔ 3 مرکز -2 الیکٹران پل بند کو کیلا بند (Banana Bonds) بھی کہتے ہیں۔

$LiBH_4$ اور $NaBH_4$ دونوں نامیاتی تالیف میں تحویلی ایجنٹ کے

طور پر استعمال ہوتے ہیں۔ یہ دوسرے دھاتی بوروہائڈرائڈ بنانے کے لیے بھی استعمال ہوتے ہیں۔

11.4 بورون۔ ایلومینیم اور ان کے مرکبات کے استعمال (Uses of Boron and Aluminium and Their Compounds)

بورون جو کہ انتہائی سخت انعطاف پذیر اور زیادہ نقطہ گداخت کا ٹھوس ہے اور کم کثافت اور معمولی برقی موصلیت کا حامل ہے۔ یہ بہت کارآمد ہے۔ بورون کے ریشوں کا استعمال بلیٹ پروف جیکٹ اور ہوائی جہاز کے لیے ہلکے سامان بنانے میں ہوتا ہے۔ بورون 10 (^{10}B) ہم جا میں نیوٹرانوں کو جذب کرنے کی بہت زیادہ صلاحیت ہوتی ہے اس لیے دھاتی بورائڈوں کو نیوکلیائی صنعت میں حفاظتی ڈھال اور کنٹرول راڈ کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔ بوریکس اور بورک ایسڈ کا خاص صنعتی استعمال حرارت مزاحم شیشوں (مثلاً پائی رکس)، گلاس اون (Glass Wool) اور فائبر گلاس (Fibre Glass) بنانے میں ہے۔ بوریکس کا استعمال دھاتوں کو جوڑنے میں بحیثیت فلکس، حرارت، خراش، داغ مزاحم گلیز شدہ استر بنانے میں اور ادویاتی صابن بنانے میں کرتے ہیں۔ آرتھو بورک آبی محلول عموماً ہلکے اینٹی سپٹک (Antiseptic) کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

ایلومینیم چمکدار چاندی جیسی سفید دھات ہے۔ اس کی کھنچاؤ کی طاقت (Tensile Strength) برقی اور حرارتی موصلیت بہت زیادہ ہے۔ وزن کے لحاظ سے ایلومینیم کی برقی موصلیت تانبہ سے دوگنی ہے۔ ایلومینیم کا استعمال صنعتوں اور روزمرہ کی زندگی میں بہت زیادہ ہے۔ یہ Mn، Cu، Mg، Si اور Zn کے ساتھ بھرتیں (Alloys) بناتا ہے۔ ایلومینیم اور اس کی بھرتوں کو پائپ، ٹیوب، راڈ تار پلیٹ یا ورق کی شکل عطا کی جاسکتی ہے۔ اس لیے اس کا استعمال پیکنگ برتن بنانے تعمیری کاموں ہوائی جہاز اور نقل وحمل کی صنعتوں میں ہوتا ہے۔ ایلومینیم اور اس کے مرکبات کا استعمال گھریلو کاموں میں اس کی سمی اثر کی وجہ سے بہت کم ہوگیا ہے۔

11.5 گروپ 14 عناصر : کاربن فیملی (Group 14 Elements : The Carbon Family)

کاربن (C)، سلیکان (Si)، جرمینیم (Ge)، ٹن (Sn)، سیسہ (لیڈ)(Pb) اور فلیوروریم گروپ 14 کے ممبر ہیں۔ قشر ارض میں کمیت کے لحاظ سے کاربن سب سے زیادہ پایا جانے والا سترہواں عنصر ہے۔ دنیا میں یہ آزاد اور متحدہ دونوں حالتوں میں پایا جاتا ہے۔ عنصری حالت میں یہ کوئلہ (Coal)، گریفائٹ (Graphite) اور ہیرے (Diamond) کی شکل میں حاصل ہوتا ہے۔ متحدہ حالت میں یہ دھات کے کاربونیٹ، ہائڈرو کاربن اور ہوا میں کاربن ڈائی آکسائڈ (0.03%) کی شکل میں ملتا ہے۔ ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ کاربن ہمہ گیر فطرت کا حامل عنصر ہے۔ یہ ڈائی ہائڈروجن، ڈائی آکسیجن، کلورین اور سلفر جیسے دیگر عناصر سے مل کر حیاتیاتی بافتوں سے لے کر دوائیں اور پلاسٹک جیسے مختلف مادّوں کی تشکیل کرتا ہے۔ نامیاتی کیمیا کاربن کے مرکبات کی کیمیا ہے۔ یہ حیاتیاتی اشیا کا اہم جزو ہے۔ قدرتی کاربن کے دو مستحکم ہم جا ^{12}C اور ^{13}C ہیں۔ ان کے علاوہ ایک تیسرا ہم جا ^{14}C بھی ہوتا ہے۔ یہ ایک تابکار ہم جا ہے جس کی نصف عمر 5770 سال ہے اور ریڈیو کاربن ڈیٹنگ (Radio-carbon Dating) میں استعمال ہوتا ہے۔ قشر ارض میں دوسرا سب سے زیادہ (کمیت کے اعتبار سے 27.7%) پایا جانے والا عنصر سلیکان ہے۔ یہ سلیکا اور سلیکیٹ کی شکل میں پایا جاتا ہے۔ یہ ترابیات (Ceramics)، شیشہ اور سیمینٹ کا بہت اہم جز ہے۔ جرمینیم بہت قلیل مقدار میں ملتا ہے۔ ٹن خاص کر کیسیٹرائٹ SnO_2 اور سیسہ گیلینا PbS کی شکل میں ملتا ہے۔ فلیوروریم ایک تالیفی تابکار عنصر ہے۔

فلیوروریم کی علامت Fl، ایٹمی عدد 114، ایٹمی کمیت 289 اور الیکٹرانی تشکل $[Rn]5^{14},6d^{10},7s^2,7p^2$ ہے۔ ابھی تک اسے کافی کم مقدار میں بنایا گیا ہے۔ اس کی نصف عمر کافی کم ہے۔ اس کی خصوصیات ابھی تک واضح نہیں ہوئی ہیں۔ بہت خالص جرمینیم اور سلیکان کا استعمال ٹرانسٹر، اور نیم موصل آلات (Semiconductor Device) بنانے میں کرتے ہیں۔ گروپ 14 کے باقی عناصر کی اہم ایٹمی اور طبیعی خصوصیات اور ان کے الیکٹرانی تشکل جدول 11.2 میں دیے گئے ہیں۔ چند ایٹمی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات کا تذکرہ ذیل میں کیا جارہا ہے۔

11.5.1 الیکٹرانی تشکل (Electronic Configuration)

ان عناصر کے گرفت خول کا الیکٹرانی تشکل ns^2np^2 ہے۔

11.5.2 شریک گرفت نصف قطر (Covalent Radius)

C سے Si تک شریک گرفت نصف قطر کافی تیزی سے بڑھتا ہے اس کے بعد Si سے Pb تک نصف قطر میں بہت تھوڑی بڑھوتری ہوتی ہے اس کی

جدول 11.3 گروپ 14 عناصر کی ایٹمی اور طبیعی خصوصیات

خصوصیت	عنصر				
	کاربن C	سلیکن Si	جرمینیم Ge	ٹن Sn	لیڈ Pb
ایٹمی عدد	6	14	32	50	82
ایٹمی کمیت $(g\ mol^{-1})$	12.01	28.09	72.60	118.71	207.2
الیکٹرانی تشکل	$[He]2s^22p^2$	$[Ne]3s^23p^2$	$[Ar]3d^{10}4s^24p^2$	$[Kr]4d^{10}5s^25p^2$	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^2$
شریک گرفت نصف قطر/ pm^a	77	118	122	140	146
آئنی نصف قطر/ M^{4+}/pm^b	-	40	53	69	78
آئنی نصف قطر/ M^{2+}/pm^b	-	-	73	118	119
آیونائزیشن اینتھالپی $(kJ\ mol^{-1})$ Δ_iH_1	1086	786	761	708	715
Δ_iH_2	2352	1577	1537	1411	1450
Δ_iH_3	4620	3228	3300	2942	3081
Δ_iH_4	6220	4354	4409	3929	4082
برقی منفیت [c]	2.5	1.8	1.8	1.8	1.9
کثافت/ $g\ cm^{-3}$ / [d]	3.51[e]	2.34	5.32	7.26[f]	11.34
نقطہ گداخت/ K	4373	1693	1218	505	600
نقطہ جوش/ K	-	3550	3123	2896	2024
برقی مزاحمت ohm cm/(293K)	$10^{14}–10^{16}$	50	50	10^{-5}	2×10^{-5}

[a] تکسیدی حالت برائے M^{IV}؛ [b] 6- کوآرڈینیشن، [c] پالنگ پیمانہ، [d] 293K [e] ہیرے کے لیے۔ گریفائٹ کے لیے، کثافت 2.22 ہے، [f] β شکل (کمرہ کے درجہ حرارت پر مستحکم)

وجہ بھاری ممبروں میں مکمل d اور f مدارچوں کی موجودگی ہے۔

11.5.3 آیونائزیشن اینتھالپی (Ionisation Enthalpy)

گروپ 14 کے ممبروں کی آیونائزیشن اینتھالپی گروپ 13 کے نظیری ممبروں سے زیادہ ہوتی ہے۔ یہاں پر بھی اندرون قلب الیکٹرانوں کا اثر ظاہر ہوتا ہے۔ عموماً گروپ میں نیچے جانے پر آیونائزیشن اینتھالپی گھٹتی ہے۔ Si سے Ge سے Sn کی Δ_iH میں تھوڑی کمی اور Sn سے Pb میں Δ_iH میں معمولی سا اضافہ درمیانی d اور f اربٹل کا کمزور اسکریننگ اثر اور

ایٹم کی جسامت میں اضافہ کا نتیجہ ہے۔

11.5.4 برقی منفیت (Electronegativity)

چھوٹی جسامت (Small Size) ہونے کی وجہ سے اس گروپ کے عناصر کی برقی منفیت گروپ 13 کے عناصر سے کچھ زیادہ ہوتی ہے۔ Si سے Pb تک کے عناصر کی برقی منفیت تقریباً یکساں ہوتی ہے۔

11.5.5 طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

گروپ 14 کے تمام ممبران ٹھوس ہوتے ہیں۔ کاربن اور سیلکان غیر دھات ہیں جرمینیم دھتونت (Metalloid) ہے جب کہ ٹن اور سیسہ (Pb) کم نقطہ

گداخت کی نرم دھاتیں ہیں۔ گروپ 14 عناصر کے نقطہ گداخت اور نقطہ جوش گروپ 13 کے نظیری عناصر سے بہت زیادہ ہوتے ہیں۔

11.5.6 کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

تکسیدی حالتیں اور کیمیائی تعاملیت کے رجحانات (Oxidation States and Trends in Chemical Reactivity)

گروپ 14 عناصر کے سب سے باہری خول میں چار الیکٹران ہوتے ہیں یہ عناصر عام تکسیدی حالتیں 4+ اور 2+ ظاہر کرتے ہیں۔ چونکہ ابتدائی چار آیونائزیشن اینتھالپی کا مجموعہ بہت زیادہ ہے اس لیے 4+ تکسیدی حالت کے مرکبات عموماً فطرتاً شریک گرفت ہوتے ہیں۔ بھاری ممبروں میں 2+ تکسیدی حالت ظاہر کرنے کا رجحان $Ge < Sn < Pb$ ترتیب میں بڑھتا ہے۔ ایسا گرفت خول (Valence Shell) کے ns^2 الیکٹرانوں کے بندش میں حصہ نہ لینے کی صلاحیت کی وجہ سے ہوتا ہے۔ گروپ میں نیچے جانے پر دونوں تکسیدی حالتوں کے نسبتی استحکام تبدیل ہوتے جاتے ہیں۔ کاربن اور سلیکان زیادہ تر 4+ تکسیدی حالت کو ظاہر کرتے ہیں۔ Ge 4+ حالت میں مستحکم مرکبات بناتا ہے اور 2+ حالت میں صرف چند مرکبات بناتا ہے۔ Sn دونوں تکسیدی حالت میں مرکبات بناتا ہے (2+ حالت میں Sn ایک تحویلی ایجنٹ (Reducing agent) ہے۔ سیسہ (Pb) کے مرکبات 2+ حالت میں مستحکم اور 4+ حالت میں قوی تکسیدی ایجنٹ ہیں۔ چہار گرفت (Tetravalent) حالت میں سالمہ کے مرکزی ایٹم (مثلاً CCl_4 میں کاربن) کے چاروں طرف الیکٹرانوں کی تعداد آٹھ ہوتی ہے۔ الیکٹران پریسائز مالیکیول ہونے کی وجہ سے یہ نہ تو الیکٹران حصول کار (Acceptor) ہوتے ہیں اور نہ ہی الیکٹران معطی (Donor) اگرچہ کاربن اپنی شریک گرفت (Covalence) کو 4 سے زیادہ نہیں بڑھا سکتا گروپ کے دوسرے عناصر ایسا کر سکتے ہیں۔ اس کی وجہ ان میں d اربٹل کی موجودگی ہے۔ اس لیے ان کے ہیلائڈ آب پاشیدہ ہو جاتے ہیں اور الیکٹران معطی انواع سے الیکٹران کا جوڑا حاصل کر کے پیچیدہ مرکبات بنانے کا رجحان رکھتے ہیں۔ مثلاً، SiF_6^{2-}، $[GeCl_6]^{2-}$، $[Sn(OH)_6]^{2-}$ وغیرہ، جہاں مرکزی ایٹم کی مخلوطیت sp^3d^2 (Hybridisation) ہے۔

(i) آکسیجن سے تعامل (Reactivity Towards Oxygen)

تمام ممبر آکسیجن میں گرم کرنے پر آکسائڈ بناتے ہیں۔ خاص طور سے دو طرح کے آکسائڈ یعنی مونو آکسائڈ اور ڈائی آکسائڈ بنتے ہیں جن کے ضابطے بالترتیب MO اور MO_2 ہیں۔ SiO صرف اونچے درجہ حرارت پر قائم رہتا ہے۔ عناصر کی اونچی تکسیدی حالت کے آکسائڈ عموماً کم تکسیدی حالت کے آکسائڈ کے مقابلے زیادہ تیزابی ہوتے ہیں۔ ڈائی آکسائڈ جیسے CO_2، SiO_2 اور GeO_2 تیزابی ہوتے ہیں جب کہ SnO_2 اور PbO_2 فطرتاً ایمفوٹیرک (Amphoteric) ہوتے ہیں مونو آکسائڈ میں CO تعدیلی ہے GeO مکمل تیزابی اور SnO اور PbO ایمفوٹیرک ہوتے ہیں۔

مسئلہ 11.5

بتائیے کہ گروپ 14 کے ممبر جو (i) سب سے زیادہ تیزابی ڈائی آکسائڈ بناتا ہے (ii) عموماً 2+ تکسیدی حالت میں پائے جاتے ہیں (iii) نیم موصل (Semiconductor) کی طرح استعمال ہوتے ہیں۔

حل

(i) کاربن (ii) سیسہ (iii) سلیکان اور جرمینیم

(ii) پانی سے تعامل (Reactivity Towards Water)

کاربن سلیکان اور جرمینیم پر پانی کا اثر نہیں ہوتا ہے۔ ٹن بھاپ کو تحلیل کر کے ڈائی آکسائڈ اور ڈائی ہائڈروجن گیس بناتا ہے۔

$$Sn + 2H_2O \xrightarrow{\Delta} SnO_2 + 2H_2$$

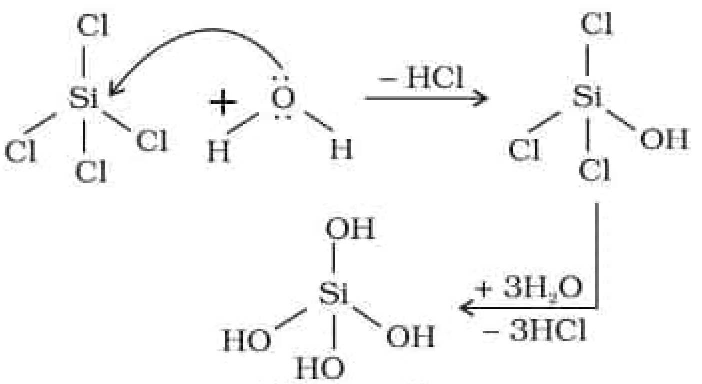
سیسہ پر پانی کا اثر نہیں ہوتا جس کی وجہ یہ ہے کہ اس کے اوپر حفاظتی آکسائڈ کی پرت بن جاتی ہے۔

(iii) ہیلوجن سے تعامل (Reactivity Towards Halogen)

یہ عناصر MX_2 اور MX_4 فارمولے والے ہیلائڈ (جہاں X = F, Cl, Br, I) بنا سکتے ہیں۔ کاربن کو چھوڑ کر باقی تمام ممبر مناسب حالت میں براہ راست ہیلوجن سے تعامل کر کے ہیلائڈ بناتے ہیں۔ اکثر MX_4 فطرتاً شریک گرفت ہوتے ہیں۔ ان ہیلائڈوں میں مرکزی دھاتی ایٹم کی sp^3

مخلوطیت ہوتی ہے اور سالمہ کی شکل ٹیٹراہیڈرل (Tetrahedral) ہوتی ہے۔ SnF_4 اور PbF_4 مستثنیٰ ہیں جو فطرتاً آئنی ہیں۔ PbI_4 کا وجود نہیں ہے کیونکہ تعامل کے شروع میں بنے Pb-I بندش اتنی توانائی خارج نہیں کرپاتا کہ $6s^2$ الیکٹران غیر جفتی (Unpair) ہوسکیں اور ان میں سے ایک اونچے اربٹل میں جاکر سیسہ کے ایٹم کے چاروں طرف چار غیر جفتی الیکٹران دے سکیں۔ بھاری ممبر Ge سے Pb تک MX_2 ضابطہ والے ہیلائڈ بنا سکتے ہیں ڈائی ہیلائڈ کا استحکام گروپ میں نیچے جانے پر بڑھتا ہے۔ حرارتی اور کیمیائی استحکام کے اعتبار سے GeX_2 کے مقابلہ میں GeX_4 زیادہ مستحکم ہے جبکہ PbX_4 کے مقابلہ PbX_2 زیادہ مستحکم ہے۔ CCl_4 کے علاوہ دوسرے ٹیٹرا کلورائڈ پانی میں آسانی سے آب پاشیدہ ہو جاتے ہیں کیونکہ مرکزی ایٹم d اربٹل میں پانی کے سالمہ کے آکسیجن ایٹم کے تنہا جوڑے (Lone Pair) کو Accomodate کرلیتا ہے۔

$SiCl_4$ کی مثال کے ذریعہ آب پاشیدگی کو سمجھا جاسکتا ہے۔ $SiCl_4$ کی آب پاشیدگی پہلے پانی کے سالمہ کے الیکٹرانوں کے تنہا جوڑے کو Si کے d اربٹل میں حاصل کرکے اور آخر میں $SiCl_4$ کی $Si(OH)_4$ میں آب پاشیدگی ہوتی ہے جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔



Silicic acid

مسئلہ 11.6

$[SiF_6]^{2-}$ معلوم ہے جبکہ $[SiCl_6]^{2-}$ نہیں۔ ممکنہ وجوہات بتلائیے۔

حل

اہم وجوہات مندرجہ ذیل ہیں۔

(i) سیلکان ایٹم کی محدود جسامت کی وجہ سے چھ بڑے کلورین ایٹم اس کے گرد Accomodate نہیں ہوسکتے۔

(ii) کلورین ایٹم کے تنہا جوڑے اور سیلکان ایٹم کے درمیان باہمی عمل بہت مضبوط نہیں ہے۔

11.6 کاربن کے اہم رجحانات اور بے ربط طرزِ عمل (Important Trends and Anomalous Behaviour of Carbon)

دوسرے گروپوں کے پہلے ممبر کی طرح کاربن بھی بقیہ دوسرے ممبروں سے مختلف ہے۔ اس کی وجہ اس کی چھوٹی جسامت، زیادہ برقی منفیت، زیادہ آیونائزیشن اینتھالپی اور d اربٹل کی غیر موجودگی ہے۔

کاربن میں بندش کے لیے صرف s اور p اربٹل ہوتے ہیں اس لیے یہ اپنے گرد صرف چار الیکٹران جوڑے رکھ سکتا ہے۔ اس وجہ سے زیادہ سے زیادہ شریک گرفت چار تک محدود ہے۔ جبکہ دوسرے ممبران d اربٹل کی موجودگی کی وجہ سے اپنی شریک گرفت کو بڑھا سکتے ہیں۔

کاربن میں ایک یکتا صلاحیت یہ بھی ہے کہ یہ خود اپنے ساتھ اور کم جسامت نیز زیادہ برقی منفیت والے ایٹموں کے ساتھ $p\pi - p\pi$ کثیر بند بناتا ہے۔ کثیر بندشوں کی کچھ مثالیں ہیں $C = S$، $C = O$، $C = C$، $C = C$ اور $C \equiv N$۔ بھاری عناصر $p\pi - p\pi$ بند نہیں بناتے کیونکہ ان کے ایٹمی اربٹل بہت بڑے ہوتے ہیں اور مضبوط اوورلیپنگ (Overlapping) نہیں ہوتی۔

کاربن ایٹم کی ایک اور خاصیت یہ ہے کہ یہ ایک دوسرے سے شریک گرفت بند کے ذریعہ جڑ کر زنجیر (Chain) اور حلقہ (Ring) بناتا ہے۔ اس خاصیت کو کیٹینیشن (Catenation) کہتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ C–C بند بہت مضبوط ہوتا ہے۔

گروپ میں نیچے جانے پر جسامت بڑھتی ہے اور برقی منفیت گھٹتی ہے اس لیے کیٹینیشن میں بھی کمی ظاہر ہوتی ہے۔ اسے بانڈ اینتھالپی کی قدروں سے واضح طور پر دیکھا جاسکتا ہے۔ کیٹینیشن ترتیب اس طرح ہے۔ $C << Si < Ge \approx Sn$، سیسہ زنجیری ترتیب نہیں ظاہر کرتا۔

بانڈ (Bond)	بانڈ اینتھالپی (Bond Enthalpy) ($kJmol^{-1}$)
C—C	348
Si—Si	297
Ge—Ge	260
Sn—Sn	240

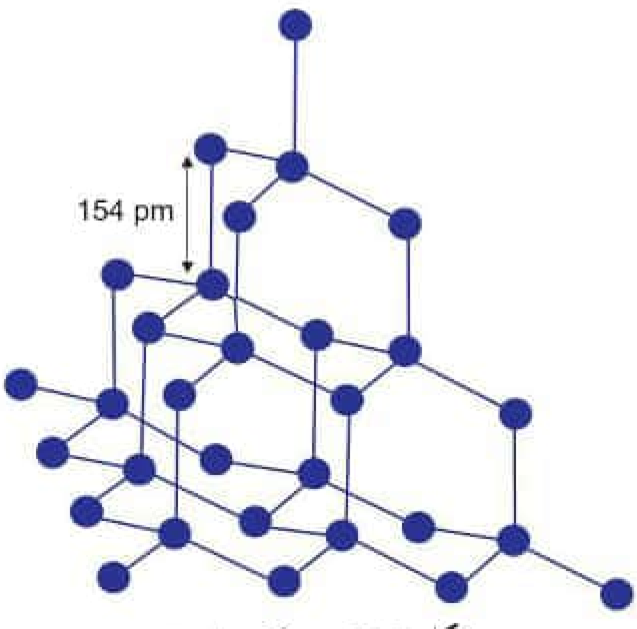
کیٹینیشن کی خاصیت اور $p\pi - p\pi$ بانڈ بننے کی وجہ سے کاربن بہروپی شکلیں ظاہر کرتا ہے۔

11.7 کاربن کے بہروپ (Allotropes of Carbon)

کاربن بہت سی بہروپی شکلیں قلمی اور غیر قلمی دونوں ظاہر کرتا ہے۔ ہیرا اور گیریفائٹ کاربن کی دو مشہور قلمی شکلیں ہیں۔ 1985 میں کاربن کی تیسری شکل جس کو فلیرین (Fullerenes) کہتے ہیں H.W. Kroto، E. Smalley اور R.F. Curl نے دریافت کی تھی اس دریافت پر ان کو 1996 میں نوبل انعام دیا گیا۔

11.7.1 ہیرا (Diamond)

یہ قلمی جالی (Crystalline Lattice) رکھتا ہے۔ ہیرے میں ہر ایک کاربن ایٹم میں sp^3 مخلوطیت (Hybridisation) ہوتی ہے اور دیگر چار کاربن ایٹموں سے مخلوط شدہ ارٹبل کے ذریعہ ٹیٹرا ہیڈرل (Tetrahedral) انداز سے جڑا رہتا ہے۔ C-C بانڈ کی لمبائی 154 pm ہے یہ ساخت اسپیس (Space) میں پھیلی رہتی ہے اور کاربن ایٹم کا ایک سخت سہ ابعادی جال تیار ہوتا ہے۔ اس ساخت (شکل 11.3) میں سمتی شریک گرفت بانڈ تمام جالی میں موجود رہتے ہیں۔



شکل 11.3 ہیرے کی ساخت

توسیعی شریک گرفت بندش کو توڑنا بہت مشکل ہے اس لیے ہیرا دنیا میں سب سے سخت چیز ہے۔ اس کو سخت اوزاروں کے تیز کرنے کے لیے محترین (Abrasive) کے طور پر، ڈائی (Dyes) بنانے اور بجلی کے بلبوں میں ٹنگسٹن فلامنٹ بنانے میں استعمال کرتے ہیں۔

مسئلہ 11.7

ہیرا شریک گرفت ہے پھر بھی اس کا نقطہ گداخت بہت زیادہ ہے کیوں؟

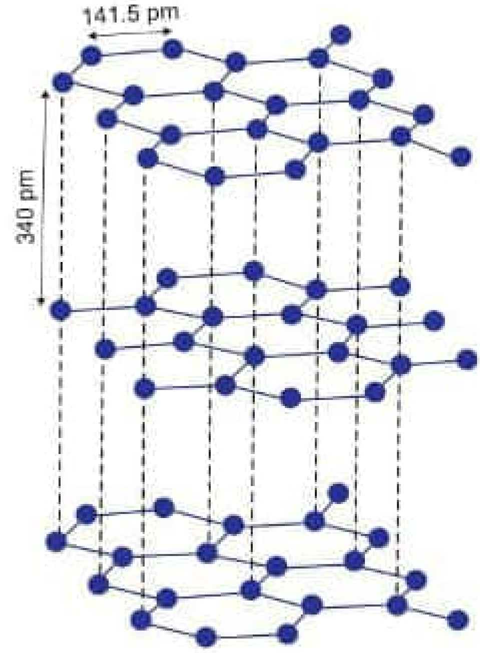
حل:

ہیرے میں سہ ابعادی نیٹ ورک (Three-dimensional Network) ہوتا ہے جو کہ مضبوط C—C بند پر مشتمل ہے جنھیں توڑنا بہت مشکل ہے۔ نتیجہ کے طور پر اس کا نقطہ گداخت بہت زیادہ ہوتا ہے۔

11.7.2 گریفائٹ (Graphite)

گریفائٹ کی ساخت پرتی (Layered) ہوتی ہے (شکل 11.4)۔ یہ پرتیں وانڈر وال قوتوں کے ذریعہ جڑی رہتی ہیں۔ دو پرتوں کے درمیان کا فاصلہ 340pm ہوتا ہے۔ ہر ایک پرت کاربن ایٹموں کے مسطح مسدسی حلقہ (Planer Hexagonal Ring) پر مشتمل ہوتی ہے۔ پرت کے اندر C-C بانڈ کا فاصلہ 141.5 pm ہے۔ مسدسی حلقہ میں ہر ایک کاربن ایٹم sp^2 مخلوطیت (Hybridisation) کے تحت اپنے قریبی کاربن ایٹموں سے تین سگما بند (Bonds) بناتا ہے۔ چوتھا الیکٹران پائی بانڈ (π Bond) بناتا ہے۔ الیکٹران پوری سطح پر Delocalised ہوتے ہیں۔ اس میں الیکٹران سیلان پذیر (Mobile) ہوتے ہیں اس لیے گریفائٹ برق کا ایصال کرتا ہے۔ پرتوں کے درمیان گریفائٹ آسانی

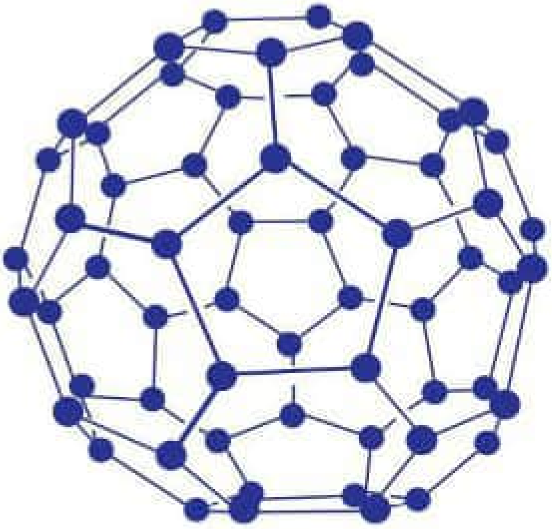
سے ٹوٹ جاتا ہے اس لیے یہ بہت نرم اور چکنا ہوتا ہے۔ اس وجہ سے اس کا استعمال اونچے درجہ حرارت پر چلنے والی مشینوں میں خشک مدھن (Dry Lubricant) کے طور پر کرتے ہیں جہاں تیل کو مدھن کے طور پر استعمال نہیں کیا جاسکتا۔



شکل 11.4 گریفائٹ کی ساخت

11.7.3 فلرین (Fullerenes)

غیر عامل گیس (Inert Gas) جیسے ہیلیم یا آرگن کی موجودگی میں گریفائٹ کو برقی قوس (Electric Arc) میں گرم کرکے فلرین (Fullerenes) بناتے ہیں۔ کاجلی مادہ (Sooty Material) تجنیر شدہ C^n کے چھوٹے سالموں کی تکثیف (Condensation) سے بنتا ہے جس کا اہم جزو C_{60} ہے جس میں تھوڑی سی مقدار C_{70} اور بہت قلیل مقدار میں فلرین (Fullerens) ہوتے ہیں جن میں جفت عدد کاربن ایٹم 350 یا اس سے زیادہ تک ہوسکتے ہیں۔ فلیرینس کاربن کی صرف خالص شکل ہے کیونکہ ان کی ساخت ہموار ہوتی ہے اور ان میں جھولتے ہوئے (Dangling) بانڈ نہیں ہوتے ہیں۔ فلرینس قفس نما (Cage Like) سالمے ہوتے ہیں۔ C_{60} سالمہ کی شکل ساکر بال (Soccer Ball) کی طرح ہوتی ہے اور اسے **بک منسٹر فلیرینس** (Buckminster Fullerens) کہتے ہیں (شکل 11.5)۔



شکل 11.5 بک منسٹر فلرینس C_{60} کی ساخت : نوٹ کیجیے کہ سالمہ کی شکل ساکر گیند (فٹبال) کی طرح ہے۔

اس میں چھ ممبر والے بیس اور پانچ ممبر والے بارہ حلقے ہوتے ہیں۔ چھ ممبروں کا حلقہ چھ یا پانچ ممبروں کے حلقہ سے جڑا ہوتا ہے لیکن پانچ ممبروں کا حلقہ صرف چھ ممبروں کے حلقے سے ہی جڑ سکتا ہے۔ تمام کاربن ایٹم یکساں ہوتے ہیں اور ان میں sp^2 مخلوطیت ہوتی ہے۔ ہر ایک کاربن ایٹم دیگر تین کاربن ایٹموں سے سگما بونڈ بناتے ہیں۔ ہر ایک کاربن ایٹم پر بقیہ الیکٹران مالیکیولر اربٹل میں Delocalised ہوتے ہیں۔ جو کہ سالمہ کو ایرومیٹک خاصیت (Aromatic Character) عطا کرتے ہیں۔ اس گنبد نما سالمہ میں 60 راس (Vertices) ہوتے ہیں اور ہر ایک پر ایک کاربن ایٹم ہوتا ہے اور یہ اکہرے اور دوہرے دونوں قسم کے بانڈ رکھتے ہیں جس میں C–C کا فاصلہ بالترتیب 143.5 pm اور 138.3 pm ہے۔ کروی (Spherial) فلرینس کو اختصار میں بکی بال (Bucky Balls) بھی کہتے ہیں۔

یہ جاننا بہت ضروری ہے کہ حرحرکیاتی اعتبار سے گریفائٹ کاربن کا سب سے زیادہ مستحکم بہروپ ہے۔ اس لیے گریفائٹ کا $\Delta_f H^{\ominus}$ صفر لیتے ہیں ہیرے کا $\Delta_f H^{\ominus}$ اور فلیرین C_{60} کا $\Delta_f H^{\ominus}$ بالترتیب 1.90 اور 38.1kJ mol^{-1} ہیں عنصر کاربن کی دوسری شکلیں جیسے کاربن بلیک (Carbon Black) کوک (Coke) اور چارکول (Charcoal) سب گریفائٹ یا فلرینس کی غیر خالص شکلیں ہیں۔ کاربن بلیک ہائڈروکاربن کو محدود ہوا کی موجودگی میں جلا کر بناتے ہیں۔ چارکول اور کوک بالترتیب لکڑی یا کوئلہ کو ہوا کی غیر موجودگی میں زیادہ درجہ حرارت پر گرم کرکے بناتے ہیں۔

11.7.4 کاربن کے استعمال (Uses of Carbon)

پلاسٹک مادہ پر جے گریفائٹ کے ریشے بہت مضبوط اور ہلکے مرکب ہوتے ہیں۔ ان مرکبات کا استعمال ٹینس کے ریکٹ، مچھلی پکڑنے کی چھڑیں، ہوائی جہاز اور کشتیاں بنانے میں کرتے ہیں۔ اچھا موصل ہونے کی وجہ سے گریفائٹ کا استعمال بیٹریوں میں الیکٹروڈ بنانے اور صنعتی برق پاشیدگی میں کرتے ہیں۔ گریفائٹ سے بنی کٹھالیاں (Crucibles) ہلکے تیزاب اور القلی کے لیے غیر عامل ہوتی ہیں۔ بہت زیادہ مسامدار (Porous) ہونے کی وجہ سے ایکٹیویٹڈ چارکول کا استعمال زہریلی گیسوں کو اس کی سطح پر جذب (Adsorpton) کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ اس کا استعمال پانی کے فلٹر میں نامیاتی اشیا کو ہٹانے اور ایرکنڈیشنر میں بو کو کنٹرول کرنے میں کیا جاتا ہے۔ کاربن بلیک کا استعمال کالی روشنائی میں کالا رنگ لانے اور گاڑیوں کے ٹائروں میں فلر کے طور پر کیا جاتا ہے۔ کوک کو ایندھن کے طور پر اور فلز کاری (Metallurgy) میں بحیثیت تحویلی ایجنٹ (Reducing Agent) استعمال کرتے ہیں۔ ہیرا ایک قیمتی پتھر ہے اور زیورات میں استعمال ہوتا ہے۔ اس کو کیرٹ (Carat) میں ناپتے ہیں (1 کیرٹ = 200 ملی گرام)۔

11.8 کاربن اور سیلکان کے کچھ اہم مرکبات (Some Important Compounds of Carbon and Silicon)

کاربن کے آکسائڈ

کاربن کے دو اہم آکسائڈ، کاربن مونو آکسائڈ CO اور کاربن ڈائی آکسائڈ CO_2 ہیں۔

11.8.1 کاربن مونو آکسائڈ (Carbon Monoxide)

آکسیجن یا ہوا کی محدود مقدار میں کاربن کی براہ راست تکسید سے کاربن مونو آکسائڈ پیدا ہوتی ہے۔

$$2C(s) + O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2CO(g)$$

چھوٹے پیمانہ پر خالص CO کی تالیف 373K پر مرتکز H_2SO_4 کے ساتھ فورمک ایسڈ کی نابیدگی (Dehydration) کے ذریعے کی جاتی ہے۔

$$HCOOH \xrightarrow[H_2SO_4\ conc.]{373K} H_2O + CO$$

بڑے پیمانہ پر اس کو بنانے کے لیے پانی کی بھاپ کو گرم کوک پر گزارتے ہیں۔ اس طرح بننے والے CO اور H_2 کے آمیزہ کو واٹر گیس (Water Gas) یا تالیفی گیس (Synthesis Gas) کہتے ہیں۔

$$C(s) + H_2O(g) \xrightarrow{473-1273K} CO(g) + H_2(g)$$

واٹر گیس

اگر بھاپ کی جگہ ہوا کا استعمال کریں تو CO اور N_2 کا آمیزہ بنتا ہے جسے پروڈیوسر گیس (Producer Gas) کہتے ہیں۔

$$2C(s)+O_2(g)+4N_2(g) \xrightarrow{1273K} 2CO(g)+4N_2(g)$$

پروڈیوسر گیس

واٹر گیس اور پروڈیوسر گیس بہت اہم صنعتی ایندھن ہیں۔ واٹر گیس اور پروڈیوسر گیس کی کاربن مونو آکسائڈ کے مزید احتراق (Combustion) سے کاربن ڈائی آکسائڈ بنتی ہے اور حرارت پیدا ہوتی ہے۔ یہ ایک بے رنگ اور بغیر بو والی گیس ہے جو کہ پانی میں تقریباً حل پذیر ہے۔ یہ ایک قوی تحویلی ایجنٹ ہے جو تقریباً تمام دھاتی آکسائڈوں کی تحویل کرتا ہے۔ (قلوی، قلوی مٹی دھاتوں، ایلومینیم اور چند عبوری دھاتوں کو چھوڑ کر) CO کی اس خاصیت کا استعمال دھاتوں کو ان کی آکسائڈ کچ دھاتوں سے نکالنے میں کرتے ہیں۔

$$Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{\Delta} 2Fe + 3CO_2$$
$$ZnO + CO \xrightarrow{\Delta} Zn + CO_2$$

CO سالمہ میں کاربن اور آکسیجن کے درمیان ایک سگما اور دو π بانڈ :C≡O: ہوتے ہیں۔ کاربن پر تنہا جوڑا (Lone Pair) ہونے کی وجہ سے CO سالمہ معطی کے طور پر کام کرتا ہے اور کچھ دھاتوں کے ساتھ گرم کرنے پر دھاتی کاربونائل (Metal Carbonyls) بناتا ہے۔ CO بہت زیادہ زہریلی گیس ہونے کی وجہ یہ ہے کہ **ہیموگلوبن کے ساتھ ایک پیچیدہ مرکب** بناتا ہے جو کہ آکسیجن ہیموگلوبن مرکب سے تقریباً 300 گنا زیادہ مستحکم ہے۔ یہ لال دموی خلیوں (Red Blood Corpuscles) کے ہیموگلوبن کو جسم کے اندر آکسیجن کو لے جانے سے روکتا ہے اور آخر میں موت واقع ہو جاتی ہے۔

11.8.2 کاربن ڈائی آکسائڈ (Carbon Dioxide)

اس کو کاربن یا کاربن ایندھنوں کو آکسیجن کی وافر مقدار میں مکمل احتراق سے بناتے ہیں۔

$$C(s)+O_2(g) \xrightarrow{\Delta} CO_2(g)$$
$$CH_4(g)+2O_2(g) \xrightarrow{\Delta} CO_2(g)+2H_2O(g)$$

تجربہ گاہ میں اس کو بآسانی کیلشیم کاربونیٹ پر ڈائی لیوٹ HCl کے تعامل سے بناتے ہیں۔

$$CaCO_3(s)+2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)$$

صنعتی پیمانہ پر اس کو چونا پتھر (Limestone) کو گرم کرکے تیار کرتے ہیں۔

یہ ایک بے رنگ اور بغیر بو والی گیس ہے۔ پانی میں تھوڑی حل پذیری کی وجہ سے یہ حیاتیاتی کیمیائی اور ارضی کیمیائی اہمیت کی حامل ہے۔ پانی کے ساتھ یہ کاربونک تیزاب H_2CO_3 بناتی ہے جو ایک کمزور ڈائی بیسک ایسڈ (Dibasic Acid) ہے اور دو مراحل میں افتراق کرتا ہے۔

$$H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$$
$$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CO_3^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$$

H_2CO_3/HCO_3^- حاجب نظام (Buffer System) خون کے pH کو 7.26 سے 7.42 کے درمیان رکھتا ہے۔ تیزابی ہونے کی وجہ سے القلیوں (Alkalies) سے مل کر دھاتی کاربونیٹ بناتا ہے۔

کاربن ڈائی آکسائڈ جو کہ کرہ باد میں حجم کے اعتبار سے تقریباً 0.03% ہوتی ہے ضیائی تالیف (Photosynthesis) کے ذریعہ ہٹائی جاتی ہے۔ اس عمل کے ذریعہ ہرے پودے فضا کی CO_2 کو کاربوہائڈریٹ جیسے گلوکوز میں تبدیل کر دیتے ہیں۔ مجموعی طور پر کیمیائی تبدیلی مندرجہ ذیل ہے۔

$$6CO_2+6H_2O \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{h\nu} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

اس طریقے سے پودے اپنے لیے اور جانوروں نیز انسانوں کے لیے غذا تیار کرتے ہیں۔ CO کے برخلاف یہ زہریلی نہیں ہے۔ لیکن فوسل ایندھنوں (Fossil Fuels) کے احتراق کی زیادتی اور سیمنٹ بنانے میں چونا پتھر (Limestone) کی تحلیل کی وجہ سے حالیہ برسوں میں فضا میں CO_2 کی مقدار بہت بڑھ گئی ہے۔ نتیجے کے طور پر سبز گھر اثر (Green House Effect) میں اضافہ ہو جاتا ہے جو فضا کا درجہ حرارت بڑھاتا ہے جس کے بہت سے خطرناک نتائج ہو سکتے ہیں۔

مائع شدہ CO_2 کو تیزی کے ساتھ پھیلانے سے وہ ٹھوس شکل میں آجاتی ہے جسے **خشک برف** (Dry Ice) کہتے ہیں۔ خشک برف کا استعمال آئس کریم اور کھانا ٹھنڈا کرنے میں بارد (Refrigerant) کے طور پر کرتے ہیں۔ گیسی CO_2 کا استعمال سوفٹ ڈرنک کو کاربونیٹ کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ بھاری ہونے اور احتراق (Combustion) میں معاون نہ (Non-Supporter) ہونے کی وجہ سے اس سے آگ بجھانے کے لیے (Fire Extinguisher) استعمال کرتے ہیں۔ CO_2 کا استعمال یوریا بنانے میں کرتے ہیں۔

CO_2 سالمہ میں کاربن ایٹم sp مخلوطیت (Hybridisation) سے گزرتا ہے کاربن ایٹم کے دو sp مخلوط شدہ اربٹل آکسیجن ایٹوں کے دو p اربٹل سے اوورلیپ (Overlap) کرکے دو سگما بانڈ بناتے ہیں جبکہ کاربن ایٹم کے دوسرے دو الیکٹران آکسیجن ایٹم میں $p\pi - p\pi$ بندش میں استعمال ہوتے ہیں۔ اس نتیجہ میں اس کی خطی شکل ہوتی ہے (دونوں C–O بانڈ برابر لمبائی (115pm) کے ہوتے ہیں اور ڈائی پول مومنٹ (Dipole Moment) نہیں ہوتا۔ اس کی گمک (Resonance) ساخت ذیل میں دکھائی گئی ہے۔

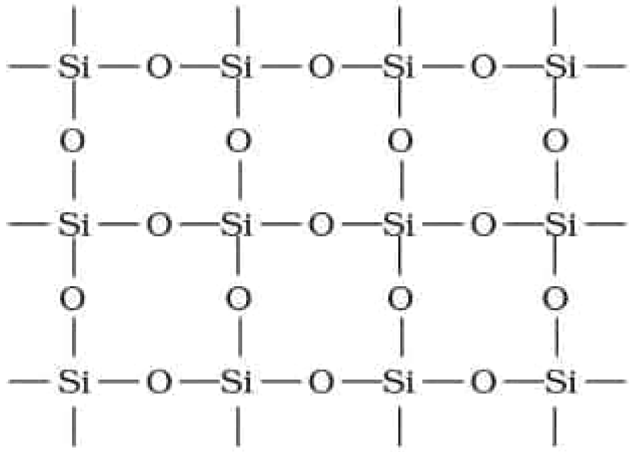
$$:\ddot{\underset{..}{O}}^{-}-C\equiv O:^{+} \leftrightarrow :\ddot{O}=C=\ddot{O}: \leftrightarrow :^{+}O\equiv C-\ddot{\underset{..}{O}}:^{-}$$

کاربن ڈائی آکسائڈ کی گمک (Resonance) ساخت

11.8.3 سلیکان ڈائی آکسائڈ (Silicon Dioxide, SiO_2)

قشرارض (Earth Crust) کا 95% حصہ سلیکا اور سلیکیٹ سے مل کر بنا ہے۔ سلیکان ڈائی آکسائڈ جس کو عموماً سلیکا کہتے ہیں کئی قلمی شکلوں میں پایا جاتا ہے۔ کوارٹز (Quartz)، کرسٹوبلائٹ (Cristobalite) اور ٹرائی ڈائمائٹ (Tridymite) سلیکا کی کچھ قلمی شکلیں ہیں جو مناسب درجہ حرارت پر باہم ایک دوسرے میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ سلیکان ڈائی آکسائڈ ایک شریک گرفت (Covalent) سہ ابعادی (Three Dimensional) نیٹ ورک پر مشتمل ٹھوس ہے جس میں ہر ایک سلیکان ایٹم شریک گرفت بندشوں سے چار آکسیجن ایٹم سے ٹیٹراہیڈرل (Tetrahedral) انداز میں جڑا رہتا ہے۔ پھر ہر ایک آکسیجن ایٹم شریک گرفت بند کے ذریعے سے دوسرے سلیکان ایٹم سے جڑا رہتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ ہر ایک کونہ دوسرے ٹیٹراہیڈرن

(Tetrahedron) کے ساتھ حصہ داری کرتا ہے۔ مکمل قلم کو ایک ضخیم سالمہ تصور کیا جاسکتا ہے جس میں آٹھ ممبروں والے حلقے بنتے ہیں جن میں متبادل سلیکان اور آکسیجن ایٹم ہوتے ہیں (شکل 11.6)۔



شکل 11.6 SiO_2 کی سہ ابعادی ساخت

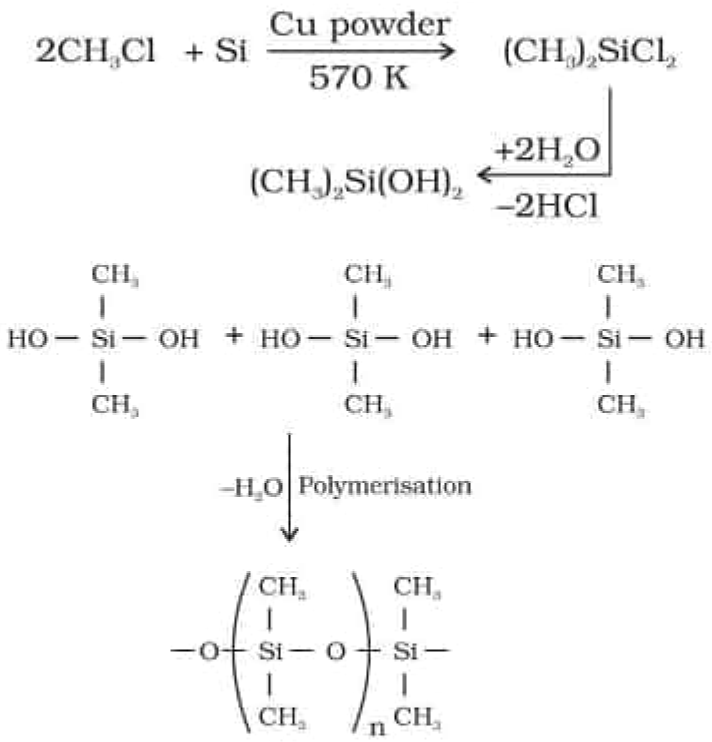
بہت زیادہ Si–O بانڈ اینتھالپی کی وجہ سے سلیکا اپنی عام حالت میں تقریباً غیر عامل ہوتا ہے۔ یہ ہیلوجنوں، ڈائی ہائڈروجن اور زیادہ تر تیزابوں اور دھاتوں کے تعامل (Attack) کو اونچے درجہ حرارت پر بھی روکتا ہے۔ تاہم یہ HF اور NaOH سے تعامل کرتا ہے۔

$$SiO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$
$$SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4 + 2H_2O$$

کوارٹز (Quartz) ایک پیزو الیکٹرک مادہ (Piezoeletric Material) کے طور پر بہت استعمال ہوتا ہے۔ اس نے بہت صحیح گھڑیاں، جدید ریڈیو اور ٹیلی ویژن نشریات اور موبائل ریڈیو ترسیل کو بہت ترقی دی ہے۔ سلیکا جیل (Gel) کا استعمال خشکندہ عامل (Drying Agent)، کرومیٹوگرافک مادہ (Chromatographic Material) کا معاون اور وسیط (Catalyst) کے طور پر کرتے ہیں۔ سلیکا کی ایک غیر قلمی (Amorphous) قسم کیسل گھر (Kieselghur) کا استعمال تقطیر پلانٹ میں کرتے ہیں۔

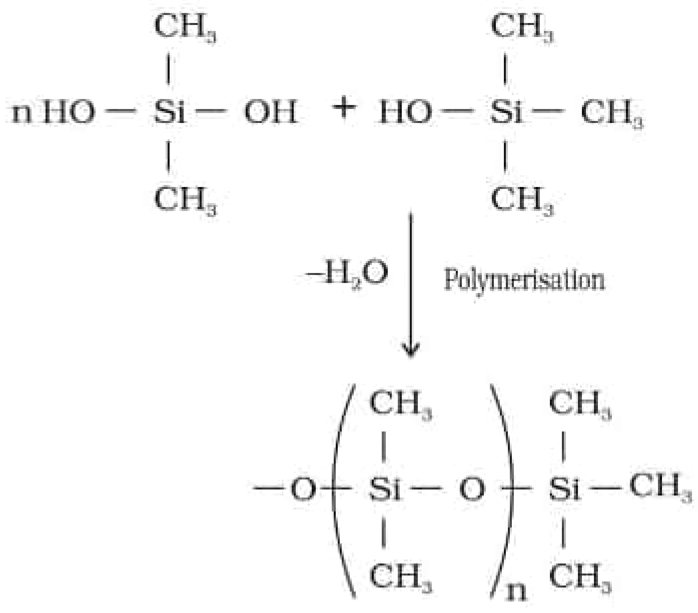
11.8.4 سلیکانس (Silicons)

نامیاتی سلیکان پولیمر کا ایک گروپ ہے جس کی دوری اکائی (Repeating Unit) $(–R_2SiO–)$ ہوتی ہے۔ سلیکانس بنانے کے لیے آغازی مادہ الکائل یا ارائل متبادل سلیکان کلورائڈ R_2SiCl_2 ہے جہاں R الکائل یا ارائل گروپ ہے۔ جب متبادل کلورائڈ کا پر وسیط کی موجودگی میں 573K درجہ حرارت پر سلیکان سے تعامل کرتا ہے تو مختلف قسم کے متبادل کلورو سلین (جن کے ضابطے $MeSiCl_3$، Me_2SiCl_2، Me_3SiCl) اور تھوڑی مقدار میں Me_4Si بنتے ہیں۔ ڈائی کلورو سلین $(CH_3)_2SiCl_2$ کی آب پاشیدگی سے سیدھی زنجیر والے پولیمر بنتے ہیں۔



Silicone

پولیمر کی زنجیری لمبائی کو کنٹرول کرنے کے لیے $(CH_3)_3SiCl$ ملاتے ہیں جو پولیمر کے سروں کو بلاک (Block) کر دیتا ہے۔



Silicone

سیلیکانس غیر قطبی الکائل گروپوں سے گھرے ہونے کی وجہ سے پانی کو دفع (Repelling) کرتے ہیں۔ یہ عام طور پر زیادہ حرارتی استحکام، زیادہ ڈائی الیکٹرک (Dielectric) طاقت اور تکسیدی اور کیمیائی مرکبات کے تئیں مزاحمت (Resistance) رکھتے ہیں۔ ان کے بہت زیادہ استعمال ہیں۔ انھیں جوڑنے (Sealant)، چکنانے (Greases)، بجلی کے حاجز (Insulator) اور ریشوں کو واٹر پروف (Water Proofing) بنانے میں کرتے ہیں۔ حیاتی موافق (Biocompatible) ہونے کی وجہ سے اس کا استعمال سرجیکل (Surgical) اور کاسمیٹک (Cosmetic) پلانٹ میں کرتے ہیں۔

مسئلہ 11.8

سیلیکانس کیا ہوتے ہیں؟

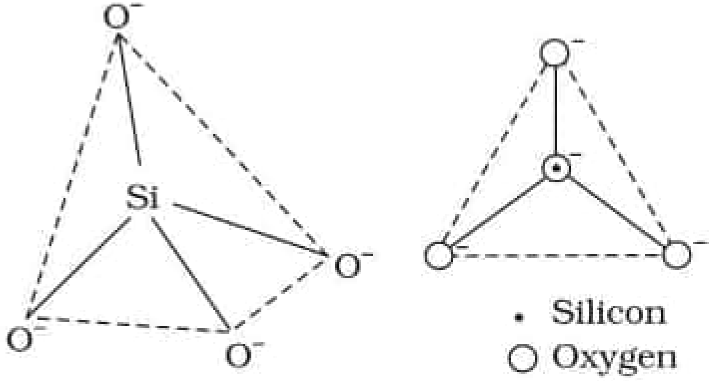
حل:

سادے سیلیکانس $\left(-\overset{|}{\underset{|}{Si}} - O - \right)_n$ زنجیر پر مشتمل ہوتے ہیں جس میں الکائل یا فنائل گروپ ہر ایک سیلیکان کی بقیہ بونڈنگ پوزیشن پر ہوتے ہیں۔ یہ فطرتاً آب گریز (Hydrophobic) ہوتے ہیں۔

11.8.5 سلیکیٹس (Silicates)

قدرتی ماحول میں بہت زیادہ سلیکیٹ معدنیات پائے جاتے ہیں۔ ان کی کچھ مثالیں فلڈ اسپار (Feldspar)، زیولائٹ (Zeolites)، مائکا (Micas) اور اسبسطوس (Asbestos) ہیں۔ سلیکیٹ کی بنیادی ساختی اکائی SiO_4^{4-} ہے (شکل 11.7) جس میں سیلیکان ایٹم چار آکسیجن ایٹم سے ٹیٹرا ہیڈرن طرز پر بندھا رہتا ہے۔ سلیکیٹ میں یا تو مجرد اکائی موجود ہوتی ہے یا اس طرح کی بہت سی اکائیاں باہم کناروں پر حصہ داری کر کے جڑی رہتی ہیں جس میں 3،2،1 یا 4 آکسیجن ایٹم فی اکائی سلیکیٹ ہوتے ہیں۔ جب سلیکیٹ اکائیاں باہم جڑتی ہیں تو وہ زنجیر، حلقہ چادر یا سہ ابعادی (Three Dimensional) ساخت بناتی ہیں۔ سلیکیٹ ساخت پر منفی چارج دھاتی آینوں کے مثبت چارج سے تعدیل (Neutralize) ہوجاتا ہے۔ اگر چاروں کونوں پر ٹیٹرا ہیڈرل اکائیاں حصہ داری کرتی ہیں تو سہ ابعادی جال بنتا ہے۔

انسانوں کے بنائے دو اہم سلیکیٹ شیشہ (Glass) اور سیمنٹ (Cement) ہیں۔



شکل 11.7 (a) منفی چارج SiO_4^{4-} کی ٹیٹراہیڈرل ساخت (b) اکائی SiO_4^{4-} اکائیوں کا اظہار

11.8.6 زیولائٹ (Zeolites)

اگر سیلیکان ڈائی آکسائڈ کے سہ ابعادی نیٹ ورک میں ایلومینیم ایٹم کچھ سیلیکان ایٹم کی جگہ آجائیں تو یہ مجموعی ساخت ایلومینوسلیکیٹ کہلاتی ہے اور اس پر منفی چارج ہوتا ہے۔ کیٹ آین جیسے Na^+، K^+ یا Ca^{2+} اس منفی چارج کو متوازن (Balance) کرتے ہیں۔ اس کی مثالیں فلڈ اسپار اور زیولائٹ ہیں۔ زیولائٹ کا استعمال پٹرو کیمکل صنعتوں میں ہائڈروکاربنوں کی کریکنگ (Cracking) اور آئسومیرائزیشن (Isomerisation) میں وسیط (Catalyst) کے طور پر کرتے ہیں جیسے ZSM - 5 (ایک قسم کا زیولائٹ) کا استعمال الکوحل کو براہ راست گیسولین (Gasoline) میں تبدیل کرنے میں کرتے ہیں۔ آبیدہ زیولائٹ کا استعمال سخت پانی کو نرم بنانے میں آین ایکسچینج کے طور پر کیا جاتا ہے۔

خلاصہ

دوری جدول کا **p-بلاک** اس لحاظ سے یکتا ہے کہ اس میں ہر طرح کے عناصر دھات، **غیر دھات** اور **دھتونت** موجود ہیں۔ دوری جدول کے p-بلاک عناصر کے چھ گروپ ہیں جو کہ 13 سے 18 تک ہیں۔ ان کے گرفت خول کی الیکٹرانی ساخت He کو چھوڑ کر ns^2np^{1-6} ہے۔ **اندرونی قلب** (Inner Core) کی الیکٹرانی ساخت میں فرق ان کی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات کو بہت زیادہ متاثر کرتا ہے جس کے نتیجہ میں ان عناصر کی خصوصیات میں بہت زیادہ فرق نظر آتا ہے۔ گروپ تکسیدی حالت کے علاوہ یہ عناصر دوسری تکسیدی حالتیں ظاہر کرتے ہیں جو کہ گرفتی الیکٹرانوں کی کل تعداد سے دو کم ہوتی ہے۔ گروپ کے ہلکے عناصر کی گروپ تکسیدی حالت سب سے زیادہ مستحکم (Stable) ہوتی ہے جب کہ بھاری عناصر کی کم تکسیدی حالت بتدریج زیادہ مستحکم ہوتی ہیں۔ جسامت اور d اربٹل کی موجودگی مل کر ان عناصر کی π بونڈ بنانے کی اہلیت پر اثر انداز ہوتی ہے۔ ہلکے عناصر $p\pi - p\pi$ بانڈ بناتے ہیں جبکہ بھاری عناصر $d\pi - p\pi$ یا $d\pi - d\pi$ بانڈ بناتے ہیں۔ دوسرے دور کے عنصر میں d اربٹل کی غیر موجودگی ان کی شریک گرفت کو زیادہ سے زیادہ 4 تک محدود رکھتی ہے۔ جبکہ بھاری عناصر میں اس حد سے تجاوز ہو سکتا ہے۔

بورون ایک مخصوص غیر دھات ہے اور دوسرے ممبر دھات ہیں۔ چار اربٹل $2s$، $2p_x$، $2p_y$ اور $2p_z$ کو استعمال کرتے ہوئے شریک گرفت بانڈ بنانے کے لیے 3 گرفت الیکٹرانوں ($2s^22p^1$) کی موجودگی بورون مرکبات میں **الیکٹران کی کمی** (Electron Deficiency) پیدا کرتی ہے۔ یہ کمی ان کو اچھا الیکٹران حصول کار (Acceptor) بناتی ہے اور اس طرح بورون مرکبات **لوئس تیزاب** کی طرح برتاؤ کرتے ہیں۔ ہائڈروجن کے ساتھ بورون شریک گرفت سالماتی مرکبات بورین (Boranes) بناتی ہے جس میں سب سے سادہ **ڈائی بورین** B_2H_6 ہے۔ ڈائی بورین میں دو بورون ایٹم کے درمیان دو Bridging ہائڈروجن ایٹم ہوتے ہیں۔ یہ Bridge Bonds **تین مرکز دو الیکٹروں بونڈ** ہوتے ہیں۔ آکسیجن کے ساتھ بورون کے اہم مرکبات **بورک ایسڈ** اور **بوریکس** ہیں۔ بورک ایسڈ $B(OH)_3$ کمزور یک اساسی تیزاب ہے ایک سفید قلمی ٹھوس ہے جس کا ضابطہ $Na_2[B_4O_5(OH)].8H_2O$ ہے۔ **بوریکس بیڈ ٹیسٹ** (Borax Bead Test) عبوری دھاتوں کو مخصوص رنگ عطا کرتا ہے۔

ایلومینیم کی تکسیدی حالت 3+ ہے۔ گروپ میں نیچے جانے پر بھاری عناصر کی تکسیدی حالت 1+ بتدریج مستحکم ہوتی جاتی ہے اس نتیجہ کو **جامد جفت اثر** (Inert Pair Effect) کہتے ہیں۔

کاربن ایک مخصوص غیر دھات ہے جو اپنے چار گرفت الیکٹرانوں ($2s^22p^2$) کو استعمال کر کے شریک گرفت بانڈ بناتا ہے۔ اس میں **کیٹینیشن** (Catenation) کی خصوصیت ہوتی ہے جس کی وجہ سے زنجیریں اور حلقے نہ صرف C–C اکہرے بانڈ سے بلکہ متعدد (Multiple) بانڈ ($C = C$ یا $C \equiv C$) سے بھی بنتے ہیں۔ کیٹینیشن کا یہ رجحان اس طرح گھٹتا ہے $C >> Si > Ge \approx Sn > Pb$۔ کاربن بہروپیت (Allotropy) کی ایک بہت عمدہ مثال ہے۔ کاربن کے تین اہم بہروپ (Allotropes) **ہیرا، گریفائٹ** اور **فلیرین** (Fullerens) ہیں۔ کاربن فیملی کے ممبران عام طور سے 4+ اور 2+ تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتے ہیں 4+ تکسیدی حالت والے مرکبات عموماً شریک گرفت ہوتے ہیں۔ بھاری عناصر میں تکسیدی حالت 2+ کا رجحان بڑھتا جاتا ہے۔ سیسہ (Pb) 2+ تکسیدی حالت میں مستحکم (Stable) ہے اور 4+ تکسیدی حالت میں ایک قوی تکسیدی ایجنٹ (Strong Oxidising Agent) ہے۔ کاربن بھی منفی تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتا ہے۔ کاربن دو اہم آکسائڈ CO اور CO_2 بناتا ہے۔ کاربن مونو آکسائڈ تعدیلی (Neutral) اور CO_2 کی فطرت تیزابی ہے۔ کاربن مونو آکسائڈ کے C پر الیکٹرانوں کا جوڑا ہونے کی وجہ سے (Lone Pair of Electrons) یہ دھاتی **کاربونائل** (Metal Carbonyls) بناتی ہے۔ یہ بہت زیادہ زہریلی ہوتی ہے کیونکہ اس کا **ہیموگلوبن کامپلیکس** آکسی ہیموگلوبن کامپلیکس کے مقابلے زیادہ مستحکم (Stable) ہے۔ کاربن ڈائی آکسائڈ بذات خود زہریلی نہیں ہے تاہم رکازی ایندھنوں (Fossil Fuels) کے احتراق (Combustion) اور چونا پتھر (Linestone) کی تحلیل (Decomposition) کے نتیجے میں فضا میں CO_2 کی زیادتی سے **'سبز گھر اثر'** (Green House Effect) کے بڑھ جانے کا خدشہ ہے جس کی وجہ سے فضا کا درجہ حرارت بڑھ جاتا ہے اور خطرناک عارضے پیدا ہو سکتے ہیں۔ **سلیکا، سلیکیٹ** اور **سلیکان** اہم قسم کے مرکبات ہیں جن کا استعمال صنعت اور ٹیکنالوجی میں بہت ہے۔

مشقیں

11.1 (i) B سے Tl (ii) C سے Pb میں تکسیدی حالتوں کے تغیر کے پیٹرن پر بحث کیجیے۔

11.2 $TlCl_3$ کے مقابلہ میں BCl_3 کے زیادہ استحکام کو آپ کس طرح سمجھائیں گے؟

11.3 بورون ٹرائی فلورائڈ لوئس تیزاب کی طرح کیوں برتاؤ کرتا ہے؟

11.4 مرکبات BCl_3 اور CCl_4 پر غور کیجیے۔ یہ پانی کے ساتھ کس طرح کا طرز عمل ظاہر کریں گے؟ ثابت کیجیے۔

11.5 کیا بورک ایسڈ پروٹک ایسڈ ہے؟ سمجھائیے۔

11.6 سمجھائیے کیا ہوتا جب بورک ایسڈ کو گرم کرتے ہیں۔

11.7 BF_3 اور BH_4^- کی شکلیں (Shapes) بیان کیجیے۔ ان اشیا میں بورون کی مخلوطیت تفویض (Hybridisation) کیجیے۔

11.8 ایلومنیم کی ایمفو ٹیرک فطرت (Amphoteric Nature) کو تعاملات لکھ کر ثابت کیجیے۔

11.9 الیکٹران کی کمی والے (Electron Deficient) مرکبات کیا ہیں؟ کیا BCl_3 اور $SiCl_4$ الیکٹران کی کمی والے مرکبات ہیں؟ سمجھائیے۔

11.10 CO_3^{2-} اور HCO_3^- کی گمک (Resonance) ساختیں لکھئیے۔

11.11 کاربن کی مخلوطی حالت (a) CO_3^{2-} (b) ہیرا (c) گریفائٹ میں کیا ہے۔

11.12 ساخت کی بنیاد پر ہیرا اور گریفائٹ کی خصوصیات میں فرق سمجھائیے۔

11.13 ذیل میں دی گئی باتوں کو سمجھائیے اور کیمیائی تعاملات دیجیے۔

- لیڈ (II) کلورائڈ، Cl_2 سے تعامل کرکے $PbCl_4$ دیتا ہے۔
- لیڈ (IV) کلورائڈ حرارت میں بہت زیادہ غیر مستحکم (Unstable) ہے۔
- لیڈ کے بارے میں معلوم ہے کہ وہ آیوڈائڈ PbI_4 نہیں بناتا۔

11.14 وجہ بتائیے کہ BF_3 (130pm) اور BF_4^- (143pm) میں B-F بندشی لمبائی مختلف کیوں ہے

11.15 اگر B-Cl بانڈ میں ڈائی پول مومنٹ ہے تو BCl_3 کا ڈائی پول مومنٹ صفر کیوں ہے

11.16 ایلومنیم ٹرائی فلورائڈ نابیدہ HF میں نہیں گھلتا لیکن NaF ڈالنے سے گھل جاتا ہے۔ اگر محلول میں BF_3 گیس گزاریں تو ایلومنیم ٹرائی فلورائڈ کا رسوب بن جاتا ہے۔ وجہ بتائیے۔

11.17 وجہ بتائیے کہ CO زہریلی کیوں ہوتی ہے۔

11.18 CO_2 کی زیادتی کرہ ارض پر حرارت کی ذمہ دار کیوں ہے۔

11.19 ڈائی بورین اور بورک ایسڈ کی ساختوں کو واضح کیجیے۔

11.20 کیا ہوتا ہے جب

(a) بوریکس کو تیز گرم کرتے ہیں۔

(b) بورک ایسڈ کو پانی میں ڈالتے ہیں۔

(c) ایلومینیم ڈائی لیوٹ NaOH سے تعامل کرتا ہے

(d) BF_3 کا تعامل امونیا سے کرتے ہیں۔

11.21 مندرجہ ذیل تعاملات کو سمجھائیے۔

(a) تانبہ کی موجودگی میں سیلکان کو متھائل کلورائڈ کے ساتھ زیادہ درجہ حرارت پر گرم کرتے ہیں۔

(b) سیلکان ڈائی آکسائڈ کا تعامل ہائڈروجن فلورائڈ سے کرتے ہیں۔

(c) CO کو ZnO کے ساتھ گرم کرتے ہیں۔

(d) آبیدہ ایلومینا (Alumina) کا تعامل آبی NaOH کے محلول سے کرتے ہیں۔

11.22 وجہ بتلائیے۔

(i) مرتکز HNO_3 کی نقل وحمل ایلومینیم کے برتن میں کی جاسکتی ہے۔

(ii) ڈائی لیوٹ NaOH اور ایلومینیم کے ٹکڑوں کے آمیزہ کو نالی (Drain) کھولنے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔

(iii) گریفائٹ کو مدھن (Lubricant) کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔

(iv) ہیرے کو مخرش (Abrasive) کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔

(v) ایلومینیم کی بھرتیں ہوائی جہاز بنانے میں استعمال کی جاتی ہیں۔

(vi) ایلومینیم کے برتنوں کو رات بھر پانی میں نہیں رکھنا چاہیے۔

(vii) ایلومینیم کے تار کا استعمال ترسیل (Transmission) کے لیے کیبل بنانے میں کیا جاتا ہے۔

11.23 سمجھائیے کہ کاربن سے سیلکان تک آیونائزیشن اینتھالپی کم کیوں ہوتی ہے۔

11.24 آپ Al کے مقابلے میں Ga کے ایٹمی نصف قطر کی کمی کو کیسے سمجھائیں گے؟

11.25 بہروپ (Allotropes) کیا ہیں؟ کاربن کے دو بہروپوں ہیرا اور گریفائٹ کی ساختیں بنائیے۔ ان دو بہروپوں کی ساخت کا طبعی خصوصیات پر کیا اثر پڑتا ہے؟

11.26 مندرجہ ذیل آکسائڈوں کو تعدیلی، تیزابی۔ اساسی یا ایمفوٹیرک زمروں میں رکھیے۔

CO، B_2O_3، SiO_2، CO_2، Al_2O_3، PbO_2، Tl_2O_3۔

11.27 تھیلیم کچھ تعاملات میں ایلومینیم سے مطابقت رکھتا ہے۔ جبکہ کچھ میں وہ گروپ I کی دھاتوں سے مطابقت رکھتا ہے۔ اس بیان کی کچھ ثبوت دے کر تائید کیجیے۔

11.28 جب دھات X کا سوڈیم ہائڈرا کسائڈ سے تعامل کرتے ہیں تو ایک سفید رسوب (A) ملتا ہے جو زیادہ NaOH میں گھل کر ایک پیچیدہ مرکب (B) بناتا ہے۔ مرکب (A) ڈائی لیوٹ HCl میں گھل کر مرکب (C) بناتا ہے۔ مرکب (A) تیز گرم کرنے پر (D) دیتا ہے جس کا استعمال دھات کے استخراج (Extract) میں کرتے ہیں (X)، (A)، (B)، (C) اور (D) کی شناخت کیجیے۔ مناسب مساوات کے ذریعہ ان شناختوں کی تائید کیجیے۔

11.29 مندرجہ ذیل سے آپ کیا سمجھتے ہیں۔

(a) جامد جفتی اثر (Inert Pair Effect)

(b) بہروپیت (Allotropy)

(c) کیٹینیشن (Catenation)

11.30 کوئی نمک X مندرجہ ذیل نتائج دیتا ہے۔

(i) اس کا آبی محلول لٹمس کے تئیں قلوی ہے۔

(ii) تیز گرم کرنے پر یہ پھول کر ایک شیشہ جیسا مادہ Y (Glassy Material) بن جاتا ہے۔

(iii) جب X کے گرم محلول میں مرتکز H_2SO_4 ملاتے ہیں تو سفید قلمی تیزاب Z حاصل ہوتا ہے۔ اوپر کے تمام تعاملات کی مساوات لکھیے اور Y،X اور Z کی شناخت کیجیے۔

11.31 مندرجہ ذیل کے لیے متوازن مساوات لکھیے۔

(i) $BF_3 + LiH \rightarrow$

(ii) $B_2H_6 + H_2O \rightarrow$

(iii) $NaH + B_2H_6 \rightarrow$

(iv) $H_3BO_3 \xrightarrow{\Delta}$

(v) $Al + NaOH \rightarrow$

(iv) $B_2H_6 + NH_3 \rightarrow$

11.32 CO اور CO_2 ہر ایک کو بنانے کا صنعتی اور تجربہ گاہ میں استعمال ہونے والا طریقہ دیجیے۔

11.33 بوریکس کا آبی محلول ہے۔

(a) تعدیلی (b) ایمفوٹیرک (c) اساسی (d) تیزابی

11.34 بورک ایسڈ پالیمرک (Polymeric) ہے کیونکہ

(a) یہ فطرتاً تیزابی ہے (b) اس میں ہائڈروجن بانڈ موجود ہیں (c) یہ مونوبیسک ہے۔

(d) اپنی جیومیٹری (Geometry) کی وجہ سے۔

11.35 ڈائی بورین میں بورون کی مخلوطیت کی قسم ہے۔

(a) sp (b) sp^2 (c) sp^3 (d) dsp^2

11.36 حرحرکیاتی لحاظ سے کاربن کی سب سے زیادہ مستحکم شکل ہے۔

(a) ہیرا (b) گریفائٹ (c) فلرین (Fullrenes) (d) کوئلہ (Coal)

11.37 گروپ 14 کے عناصر

(a) صرف 4+ تکسیدی حالت ظاہر کرتے ہیں۔

(b) 2+ اور 4+ تکسیدی حالت ظاہر کرتے ہیں۔

(c) M^{2-} اور M^{2+} آین بناتے ہیں۔

(d) M^{2+} اور M^{4+} آین بناتے ہیں۔

11.38 اگر سلیکونس (Silicones) بنانے کے لیے آغازی مادہ $RSiCl_3$ ہے تو بننے والے ماحصل کی ساخت (Structure) لکھیے۔

اکائی 12

نامیاتی کیمیا- کچھ بنیادی اصول اور تکنیکیں

(Organic Chemistry–Some Basic Principles and Techniques)

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- کاربن کی چہار گرفت اور نامیاتی سالمات کی شکلوں کے پیچھے کارفرما اسباب سمجھ سکیں؛
- مختلف طریقوں سے نامیاتی سالمات کی ساخت لکھ سکیں؛
- نامیاتی مرکبات کی درجہ بندی کر سکیں؛
- IUPAC تسمیہ نظام کے مطابق مرکبات کے نام بتا سکیں اور دیے ہوئے ناموں سے ان کی ساخت اخذ کر سکیں؛
- نامیاتی تعامل کی میکانیت کے تصور کو سمجھ سکیں؛
- نامیاتی مرکبات کی ساخت اور تعاملیت پر الیکٹرانی بناؤ کے اثر کی وضاحت کر سکیں؛
- نامیاتی مرکبات کو خالص بنانے کی تکنیکیں سیکھ سکیں؛
- نامیاتی مرکبات کے کیفیتی تجزیہ میں شامل کیمیائی تعاملات لکھ سکیں؛
- نامیاتی مرکبات کے مقداری تجزیہ میں شامل اصول سمجھ سکیں؛

پچھلی اکائی میں آپ سیکھ چکے ہیں کہ عنصر کاربن کی ایک یکتا خاصیت ہے جو کہ کیٹینیشن **(Catenation)** کہلاتی ہے اور جس کی وجہ سے ایک کاربن ایٹم دیگر کاربن ایٹموں کے ساتھ شریک گرفت بند تشکیل دیتا ہے۔ کاربن ایٹم دوسرے عناصر، جیسے ہائڈروجن، آکسیجن، نائٹروجن، سلفر، فاسفورس اور ہیلوجنوں کے ایٹموں کے ساتھ بھی شریک گرفت بند تشکیل دیتا ہے۔ اس طرح حاصل ہونے والے مرکبات کا مطالعہ کیمسٹری کی ایک علیحدہ شاخ کے تحت کیا جاتا ہے، جو **نامیاتی کیمیا (Organic Chemistry)** کہلاتی ہے۔ اس اکائی میں نامیاتی مرکبات کی تشکیل اور ان کی خاصیتوں کو سمجھنے کے لیے درکار کچھ بنیادی اصول اور تجزیہ کی تکنیکیں، شامل ہیں۔

12.1 عمومی تعارف (General Introduction)

نامیاتی مرکبات کرہ ارض پر زندگی کی بقا کے لیے اہم ہیں۔ نامیاتی مرکبات میں تولیدی معلومات سے پُر ڈی آکسی رائبونیوکلک ایسڈ یعنی DNA (Deoxyribonucleic Acid) اور پروٹین جو ہمارے خون، عضلات اور جلد کے ضروری مرکبات کا حصہ ہیں، جیسے پیچیدہ سالمات بھی شامل ہیں۔ کپڑوں، ایندھنوں، پالیمر، رنگ اور دواؤں وغیرہ میں نامیاتی کیمیائی اشیا شامل ہوتی ہیں۔ یہ ان مرکبات کے استعمال کے کچھ اہم شعبے ہیں۔

نامیاتی کیمسٹری کی سائنس تقریباً 200 برس پرانی ہے۔ 1780 کے آس پاس کیمیادانوں نے پودوں اور جانوروں سے حاصل کیے گئے نامیاتی مرکبات اور معدنی ذرائع سے تیار کیے گئے غیر نامیاتی مرکبات (Inorganic Compounds) میں فرق کرنا شروع کر دیا۔ برزیلیس (Berzilius)، ایک سویڈش کیمیاداں تھے انھوں نے تجویز کیا کہ نامیاتی مرکبات کی تشکیل کے لیے ایک ''حیاتیاتی قوت'' (Vital Force) ذمہ دار ہے۔ لیکن یہ تصور 1828 میں اس وقت رد کر دیا گیا جب ایف-ووہلر (F. Wohler) نے ایک نامیاتی مرکب ''یوریا'' (Urea) کی ایک غیر نامیاتی مرکب امونیم سائنیٹ (Ammonium Cyanate) سے تالیف کی۔

$$NH_4CNO \xrightarrow{\text{حرارت}} NH_2CONH_2$$

امونیم سائینیٹ　　　　یوریا

کولبے (Kolbe) (1845) کے ذریعے کی گئی ایسیٹک ایسڈ (Acetic Acid) اور برتھ لوٹ (Berthelot)(1856) کے ذریعے کی گئی میتھین (Methane) کی رہنمایانہ تالیفوں نے حتمی طور پر ظاہر کر دیا کہ نامیاتی مرکبات کی، غیر نامیاتی ماخذوں سے تجربہ گاہ میں تالیف کی جا سکتی ہے۔

شریک گرفت بندش کے الیکٹرانی نظریہ کے ارتقا نے نامیاتی کیمسٹری کی اس کی جدید شکل کی طرف رہنمائی کی۔

12.2 کاربن کی چہار گرفت: نامیاتی مرکبات کی شکلیں (Tetravalence of Carbon: Shapes of Organic Compounds)

12.2.1 کاربن مرکبات کی شکلیں (The Shapes of Carbon Compounds)

سالماتی ساخت کے بنیادی تصورات کی معلومات نے نامیاتی مرکبات کی خاصیتوں کو سمجھنے اور ان کی پیشین گوئی کرنے میں مدد کی ہے۔ آپ اکائی 4 میں پہلے ہی گرفت اور سالماتی ساخت کے نظریات سیکھ چکے ہیں۔ مزید آپ یہ بھی جانتے ہیں کہ کاربن کی چہار گرفت اور اس کے ذریعے کی گئی شریک گرفت بند کی تشکیل کی وضاحت اس کے الیکٹرانی تشکل اور s اور p اربٹل کی مخلوطیت (Hybridization) کے ذریعے کی جا سکتی ہے۔ یہ بھی یاد کریں کہ میتھین (CH_4)، ایتھین (C_2H_4)، ایتھائن (C_2H_2) جیسے سالمات کی شکلوں کی وضاحت، کاربن ایٹم میں sp^3، sp^2 اور sp مخلوط اربٹل کے ذریعے کی جا سکتی ہے۔

مرکبات میں مخلوطیت، بندشی لمبائی اور بانڈ اینتھالپی پر اثر انداز ہوتی ہے۔ sp مخلوط اربٹل میں s کردار (Character) زیادہ ہوتا ہے اور اس لیے یہ sp^3 مخلوط اربٹل کے مقابلے میں نیوکلیس سے قریب ہوتا ہے اور مقابلتاً چھوٹے اور زیادہ قوی بند تشکیل دیتا ہے۔ sp^2 مخلوط اربٹل، sp اور sp^3 مخلوط اربٹل اور زیادہ قوی بند تشکیل دیتا ہے۔ sp^2 مخلوط اربٹل sp اور sp^3 مخلوط اربٹل کے s کردار کے لحاظ سے درمیان میں ہوتا ہے اور اس لیے اس کے ذریعے تشکیل کیے گئے بند کی لمبائی اور اینتھالپی بھی sp اور sp^3 مخلوط اربٹل کے ذریعے تشکیل کیے گئے بند کی لمبائی اور انتھالپی کے درمیان ہوتی ہے۔ مخلوط اربٹل کا s کردار جتنا زیادہ ہوگا ان کی برقی منفیت (Electronegativity) بھی اتنی زیادہ ہوگی۔ اس لیے ایک کاربن ایٹم جس میں ایک sp مخلوط اربٹل ہے، جس کا s کردار 50% ہے ان کاربن ایٹموں کے مقابلے میں زیادہ برقی منفی ہوگا جن میں sp^2 اور sp^3 مخلوط شدہ اربٹل ہیں۔ یہ اضافی برقی منفیت متعلقہ سالمات کی کئی طبعی اور کیمیائی خاصیتوں سے منعکس ہوتی ہے، جس کے بارے میں آپ آئندہ اکائیوں میں سیکھیں گے۔

12.2.2 π بند کی کچھ امتیازی خاصیتیں (Some Characteristic Features of π Bonds)

ایک π (پائی Pi) بند کی تشکیل میں دو متصل (Adjacent) ایٹموں پر دو p اربٹل کی متوازی تشریق (Parallel Orientation)، مناسب جانبی انطباق (Sideways Overlap) کے لیے ضروری ہے۔ اس لیے $H_2C = CH_2$ سالمات میں تمام ایٹموں کا ایک ہی مستوی میں ہونا لازمی ہے۔ p اربٹل باہم متوازی ہوتے ہیں اور دونوں p اربٹل سالمات مستوی پر عمود ہوتے ہیں۔ ایک CH_2 جز کی دوسرے کی مناسبت سے گردش، p اربٹل کے ازحد انطباق میں خلل پیدا کرتی ہے اس لیے کاربن کاربن دوہرے بند (C=C) کے لیے ایسی گردش محدود ہے۔ الیکٹران چارج بادل (Electron Charge Cloud) بندشی ایٹموں کے مستوی کے اوپر اور نیچے واقع ہوتا ہے۔ اس کے نتیجے میں الیکٹران، تعامل کر رہے متعاملوں کو بہ آسانی فراہم ہو جاتے ہیں۔ عمومی طور پر π بند کثیر بند والے سالمات میں زیادہ تعامل پذیر مراکز فراہم کرتے ہیں۔

مسئلہ 12.1

مندرجہ ذیل ہر ایک سالمہ میں کتنے σ اور π بند ہیں؟

(a) $HC{\equiv}CCH{=}CHCH_3$　(b) $CH_2{=}C{=}CHCH_3$

حل

(a) σ_{C-C}: 4; σ_{C-H}: 6; $\pi_{C=C}$:1; π $C\equiv C$:2

(b) σ_{C-C}: 3; σ_{C-H}: 6; $\pi_{C=C}$: 2.

مسئلہ 12.2

مندرجہ ذیل ہر ایک مرکبات میں کاربن کی مخلوطیت کی قسم کیا ہے؟

(a) CH_3Cl, (b) $(CH_3)_2CO$, (c) CH_3CN,
(d) $HCONH_2$, (e) $CH_3CH = CHCN$

حل

(a) sp^3, (b) sp^3, sp^2, (c) sp^3, sp,
(d) sp^2, (e) sp^3, sp^2, sp^2, sp

مسئلہ 12.3

مندرجہ ذیل مرکبات میں کاربن کی مخلوطیت کی حالت اور ہر ایک سالمہ کی شکل لکھیے۔

(a) $H_2C=O$, (b) CH_3F, (c) $HC\equiv N$.

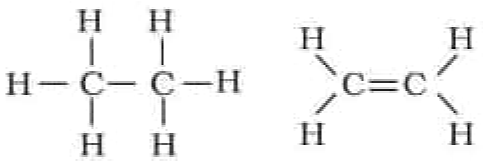
حل

(a) sp^2 مخلوط شدہ کاربن، ٹرائیگونل پلینر (Trigonal Planar)؛
(b) sp^3 مخلوط شدہ کاربن، ٹیٹراہیڈرل (Tetrahedral)؛
(c) sp مخلوط شدہ کاربن، خطی (Linear)

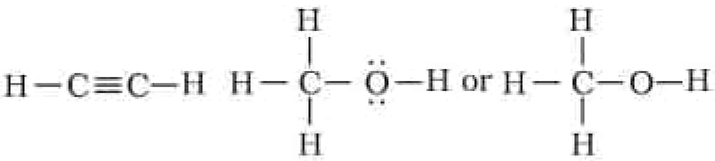
12.3 نامیاتی مرکبات کا ساختی اظہار (Structural Representations of Organic Compounds)

12.3.1 مکمل، تکثیف شدہ اور بانڈ لائن ساختی فارمولے (Complete, Condensed and Bond-line Structural Formulas)

نامیاتی مرکبات کی ساخت مختلف طریقوں سے ظاہر کی جاتی ہے۔ لیوئس ساخت (Lewis Structure) یا نقطہ ساخت، ڈیش (Dash) ساخت، تکثیف شدہ (Condensed Structure) اور بانڈ لائن (Bond Line) ساختی ضابطے اس کی کچھ مخصوص مثالیں ہیں۔ لیوئس ساختوں کو دو-الیکٹران شریک گرفت بند کو ایک (—) سے ظاہر کرکے سادہ بنایا جاسکتا ہے۔ ایسا ساختی فارمولہ بند کی تشکیل میں شامل الیکٹرانوں پر مرکوز ہوتا ہے۔ ایک واحد ڈیش واحد بند کو ظاہر کرتا ہے، دو ڈیش (=) دوہرے بند کے لیے استعمال ہوتے ہیں اور تین ڈیش (≡) تہرے بند کو ظاہر کرتے ہیں۔ ہیٹروایٹموں (Heteroatoms) (جیسے آکسیجن، نائٹروجن، سلفر، ہیلوجن وغیرہ) پر الیکٹرانوں کے اکیلے جوڑے ظاہر کیے بھی جاسکتے ہیں اور نہیں بھی۔ اس لیے ایتھین (Ethane C_2H_6)، ایتھائن (Ethyne, C_2H_2) اور میتھانول (Methanol, CH_3OH) کو مندرجہ ذیل ساختی فارمولوں کے ذریعے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ ایسا ساختی اظہار مکمل ساختی فارمولہ (Complete Structural Formula) کہلاتا ہے۔



Ethane *Ethene*



Ethyne *Methanol*

شریک گرفت بند کو ظاہر کرنے والے کچھ یا تمام ڈیش کو نظرانداز کرکے اور ایک ایٹم سے منسلک متماثل (Identical) گروپوں کی تعداد کی ایک زیریں علامات (Subscript) سے ظاہر کرکے ان ساختی فارمولوں کو مزید مختصر کیا جاسکتا ہے۔ اس طرح حاصل ہونے والا مرکب کا اظہار، اختصار شدہ فارمولہ (Condensed Structural Formula) کہلاتا ہے۔ اس لیے ایتھین (Ethane)، ایتھین (Ethene)، ایتھائن (Ethyne) اور میتھانول کو مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاسکتا ہے:

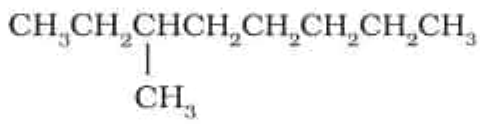
CH_3OH	$HC\equiv CH$	$H_2C=CH_2$	CH_3CH_3
(Methanol)	(Ethyne)	(Ethene)	(Ethane)

اسی طرح، $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ کو مزید مختصر شکل میں $CH_3(CH_2)_6CH_3$ لکھا جاسکتا ہے۔ مزید سادہ بنانے کے لیے، نامیاتی کیمیاداں ساختوں کو ظاہر کرنے کے لیے ایک اور طریقہ استعمال کرتے ہیں، جس میں صرف لائنیں (Lines) استعمال کی جاتی ہیں۔ نامیاتی مرکبات کے اس بانڈلائن ساختی فارمولے میں

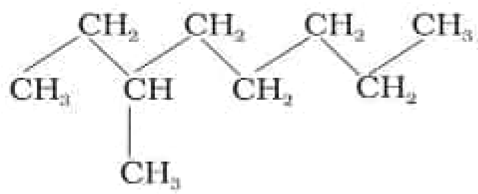
کاربن اور ہائڈروجن ایٹموں کو نہیں دکھایا جاتا اور کاربن- کاربن بند کو ظاہر کرنے والے خطوط کو ٹیڑھی، ترچھی (Zig-zag) شکل میں کھینچا جاتا ہے۔ خاص طور پر لکھے جانے والے ایٹم صرف آکسیجن، کلورین، نائٹروجن وغیرہ ہیں۔ سرے (Terminals) میتھائل گروپ ($-CH_3$) کو ظاہر کرتے ہیں (جب تک کہ کسی اور تفاعلی گروپ سے نہ ظاہر کیے گئے ہوں)، جبکہ لائن جنکشن (Line Junction) ان کاربن ایٹموں کی نشاندہی کرتے ہیں جو ہائڈروجن ایٹموں کی اس تعداد سے بندھے ہوتے ہیں جو کاربن ایٹموں کی گرفت کو مطمئن کرنے کے لیے درکار ہے۔ اس کی کچھ مثالیں ذیل میں ظاہر کی گئی ہیں:

(i) 3-Methyloctane کو مختلف شکلوں میں ایسے ظاہر کیا جاسکتا ہے:

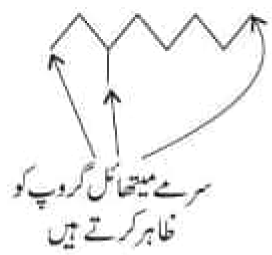
(a)



(b)

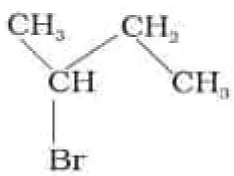


(c)



(ii) 2-bromobutane کو ظاہر کرنے کے مختلف طریقے ہیں:

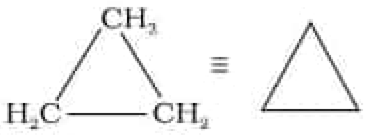
(a) $CH_3CHBrCH_2CH_3$ (b)



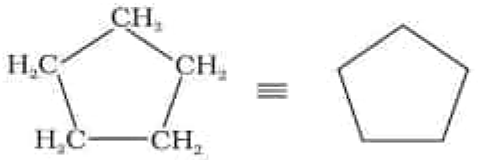
(c)



سائیکلک (Cyclic) مرکبات میں، بانڈ لائن فارمولوں کو ایسے لکھا جاسکتا ہے:



سائیکلوپروپین (Cyclopropane)



سائیکلوپینٹین (Cyclopentane)



کلوروسائیکلوہیکسین (Chlorocyclohexane)

مسئلہ 12.4

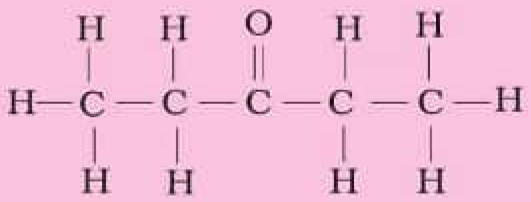
مندرجہ ذیل مختصر ضابطوں کی ان کے مکمل ساختی فارمولوں کی شکل میں توسیع کیجیے۔

(a) $CH_3CH_2COCH_2CH_3$

(b) $CH_3CH = CH(CH_2)_3CH_3$

حل

(a)



(b)

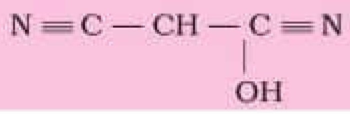


مثال 12.5

مندرجہ ذیل مرکبات میں ہر ایک کے لیے اختصار شدہ فارمولہ اور بانڈ لائن فارمولہ لکھیے۔

(a) $HOCH_2CH_2CH_2CH(CH_3)CH(CH_3)CH_3$

(b)



حل

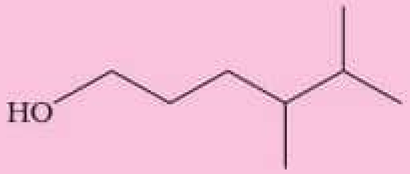
اختصار شدہ فارمولہ

(a) $HO(CH_2)_3CH(CH_3)CH(CH_3)_2$

(b) $HOCH(CN)_2$

بانڈ لائن فارمولہ

(a)



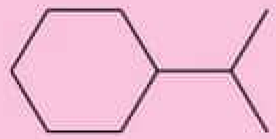
(b)



مسئلہ 12.6

مندرجہ ذیل بانڈ لائن فارمولوں کی اس طرح توسیع کیجیے کہ بہ شمول کاربن اور ہائڈروجن تمام ایٹم دکھائے جاسکیں:

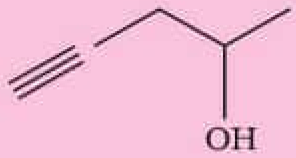
(a)



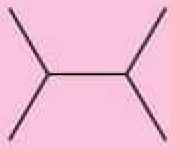
(b)



(c)



(d)

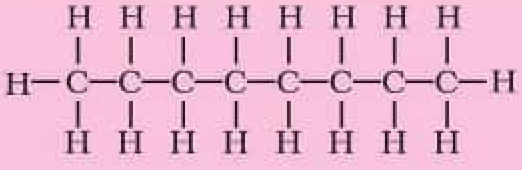


حل

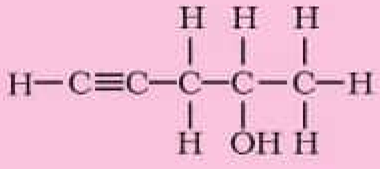
(a)



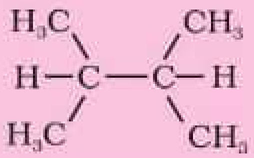
(b)



(c)



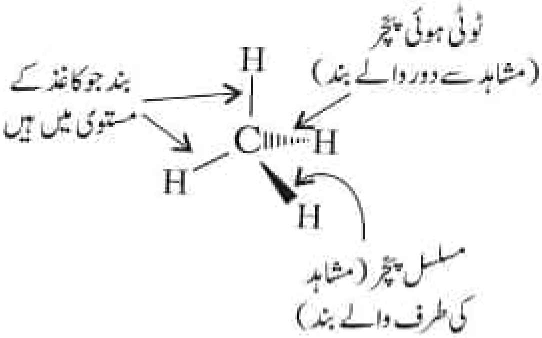
(d)



12.3.2 نامیاتی سالمات کا سہ ابعادی اظہار

(Three- Dimensional Representation of Organic Molecules)

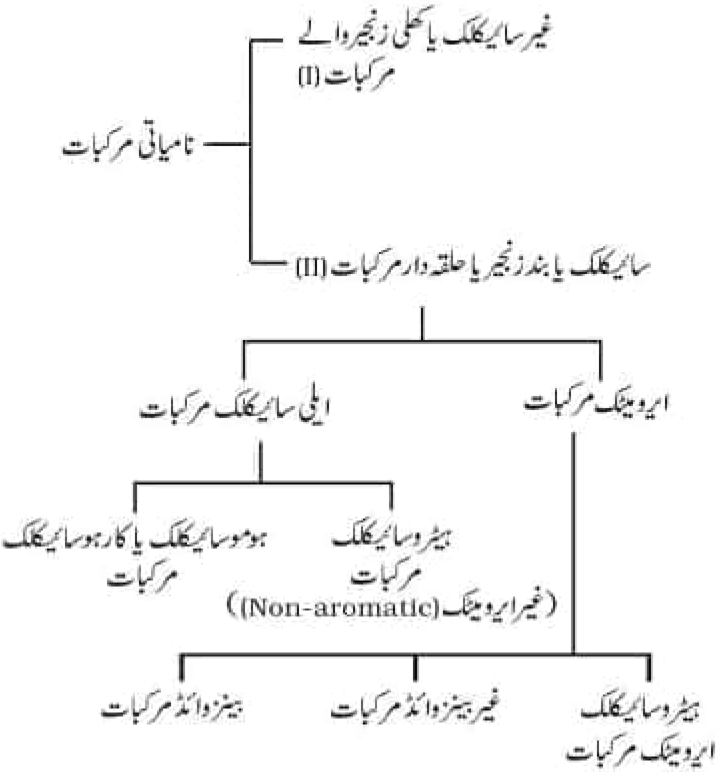
نامیاتی سالمات کی ساخت کا کاغذ پر سہ ابعادی اظہار، کچھ قراردادوں کے استعمال کے ذریعے کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر (▬) اور ڈیش (‥‥‥‥) پچڑ (Wedge) فارمولے کے ذریعے ایک سالمہ کا سہ ابعادی عکس، دوابعادی تصویر کے ذریعے تصور کیا جاسکتا ہے۔ ان فارمولوں میں مسلسل پچڑ (Solid Wedge) کا استعمال، کاغذ سے مشاہد کی سمت میں باہر نکلتے ہوئے بند کو ظاہر کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ ٹوٹی ہوئی پچڑ (Dashed Wedge) کا استعمال کاغذ کے مستوی سے مشاہد کی مخالف سمت میں باہر نکلتے ہوئے بند کو ظاہر کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ پچڑوں کو اس طرح دکھایا جاتا ہے کہ ان کا موٹا کنارہ مشاہد کی طرف ہو۔ کاغذ کے مستوی میں آرہے بند کو عام خط (—) کے استعمال کے ذریعے دکھایا جاتا ہے۔ کاغذ پر میتھین (Methane) سالمہ کا سہ ابعادی اظہار شکل 12.1 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 12.1 CH_4 کا پچڑ اور ڈیش اظہار

12.4 نامیاتی مرکبات کی درجہ بندی (Classification of Organic Compounds)

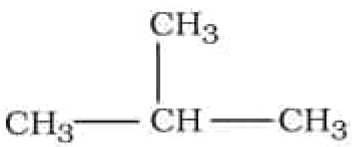
نامیاتی مرکبات کی موجودہ بہت بڑی تعداد اور اس میں ہونے والے مستقل اضافے نے ان مرکبات کی ان کی ساخت کی بنیاد پر درجہ بندی کرنے کو ضروری بنادیا ہے۔ نامیاتی مرکبات کی موٹے طور پر درجہ بندی مندرجہ ذیل طریقے سے کی جاتی ہے:



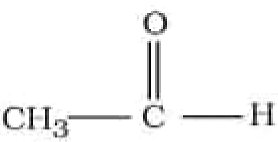
I. غیر سائیکلک یا کھلی زنجیر والے مرکبات (Acyclic or Open Chain Compounds)

یہ مرکبات ایلیفیٹک **(Aliphatic)** مرکبات بھی کہلاتے ہیں اور مستقیم یا شاخدار زنجیری مرکبات پر مشتمل ہیں۔ مثلاً

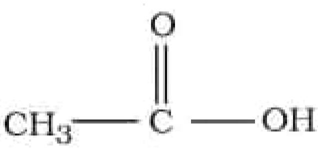
CH_3CH_3
Ethane



Isobutane



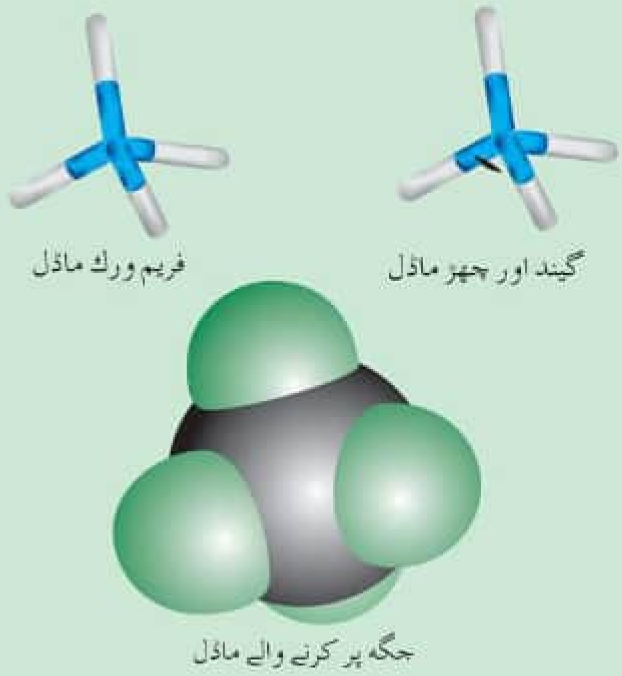
Acetaldehyde



Acetic acid

سالماتی ماڈل

سالماتی ماڈل وہ طبیعی آلات ہیں جو نامیاتی مرکبات کی سہ ابعادی شکلوں کے بہتر ذہنی تصور اور ادراک کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ یہ لکڑی، پلاسٹک یا دھات کے بنے ہوتے ہیں اور بازار میں دستیاب ہیں۔ عام طور سے تین قسم کے سالماتی ماڈل استعمال ہوتے ہیں: (1) فریم ورک ماڈل *(Framework Model)* (2) گیند اور چھڑی ماڈل *(Ball and Stick Model)* (3) جگہ پر کرنے والے ماڈل *(Space-filling Model)*۔ فریم ورک ماڈل میں صرف ایک سالمہ کے ایٹموں کو آپس میں جوڑنے والے بند کو دکھایا جاتا ہے، خود ایٹموں کو نہیں۔ یہ ماڈل ایک سالمہ کے بند کے نمونے (Pattern) پر زور دیتا ہے، جبکہ ایٹموں کے سائز کو نظر انداز کر دیتا ہے۔ گیند اور چھڑ ماڈل میں ایٹم اور بند دونوں دکھائے جاتے ہیں۔ گیندیں ایٹموں کو اور چھڑیں بند کو ظاہر کرتی ہیں۔ C = C پر مشتمل مرکبات (جیسے ایتھین)، چھڑوں کی جگہ اسپرنگ استعمال کر کے بہتر طریقے سے ظاہر کیے جاسکتے ہیں۔ یہ ماڈل، گیند اور اسپرنگ ماڈل کہلاتے ہیں۔ جگہ پر کرنے والا ماڈل ہر ایک ایٹم کے اس نسبتی سائز پر زور دیتا ہے جو کہ اس کے ونڈروال نصف قطر پر مبنی ہوتا ہے۔ اس ماڈل میں بند کو نہیں دکھایا جاتا۔ یہ ہر ایک ایٹم کے ذریعے سالمات میں گھیرے گئے حجم کو بتاتا ہے۔ ان ماڈلوں کے علاوہ سالماتی ماڈل بنانے میں کمپیوٹر گرافکس کا استعمال بھی کیا جاسکتا ہے۔

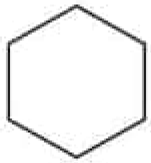


شکل **12.2**

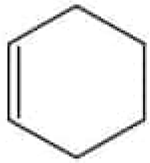
II. سائیکلک یا بند زنجیر یا حلقہ دار مرکبات (Cyclic or Closed Chain or Ring Compounds)

(a) ایلی سائیکلک مرکبات (Alicyclic Compunds)

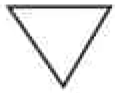
ایلی سائیکلک (ایلیفیٹک سائیکلک) مرکبات میں کاربن ایٹم ایک حلقہ کی شکل میں جڑے ہوتے ہیں [ہوموسائیکلک (Homocycle)]۔



سائیکلوہیکسن (Cyclohexane)

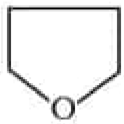


سائیکلوہیکسن (cyclohexane)



سائیکلوپروپین (Cyclopropane)

کبھی کبھی کاربن کے علاوہ دوسرے ایٹم بھی حلقہ میں پائے جاتے ہیں (Heterocyclic)۔ٹیٹرا ہائڈروفوران مرکب کی مثال درج ذیل ہے:



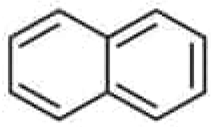
ٹیٹرا ہائڈروفوران

ان کی کچھ خاصیتیں ایلیفیٹک (Aliphatic) مرکبات جیسی ہوتی ہیں۔

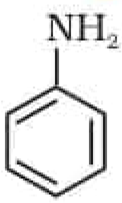
(b) ایرومیٹک مرکبات (Aromatic Compounds)

ایرومیٹک مرکبات خاص قسم کے مرکبات ہیں۔ آپ ان مرکبات کے بارے میں تفصیل سے اکائی 13 میں سیکھیں گے۔ ان میں بینزین (Benzene) اور دیگر متعلقہ حلقہ دار مرکبات (بینزینوئڈ) (Benzenoid) شامل ہیں۔ ایلی سائیکلک مرکبات کی طرح ایرومیٹک مرکبات میں بھی حلقہ میں ہیٹرو ایٹم (Heteroatomic) ہو سکتے ہیں۔ ایسے مرکبات ہیٹروسائیکلک ایرومیٹک مرکبات (Heterocyclic Aromatic Compund) کہلاتے ہیں۔ ایرومیٹک مرکبات کی مختلف قسموں کی کچھ مثالیں مندرجہ ذیل ہیں:

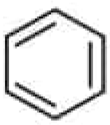
بینزنیوئڈ ایرومیٹک مرکبات



نیپتھلین

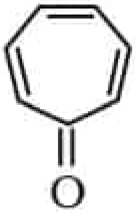


اینیلین



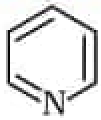
بینزین

غیر بینزینوئڈ مرکبات (Non-benzenoid Compound)



ٹروپولون

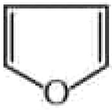
ہیٹروسائیکلک ایرومیٹک مرکبات (Heterocyclic Aromatic Compounds)



پلیریڈین



تھایوفین



فیوران

نامیاتی مرکبات کو تفاعلی گروپ (Functional Group) کی بنیاد پر، فیملی (Families) اور ہم وصف سلسلے (Homologous Series) میں بھی درجہ بند کیا جا سکتا ہے۔

12.4.1 تفاعلی گروپ (Functional Group)

تفاعلی گروپ ایٹم یا ایٹموں کا ایسا گروپ ہے جو کاربن زنجیر سے جڑا ہوتا ہے اور نامیاتی مرکبات کی امتیازی کیمیائی خاصیتوں کے لیے ذمہ دار ہے۔ مثالیں ہیں: ہائڈروکسل گروپ (Hydroxyl Group, –OH)، ایلڈی ہائڈ گروپ (Aldehyde Group, –CHO) اور کاربوکسلک ایسڈ گروپ (Carboxylic Acid Group, –COOH) وغیرہ۔

12.4.2 ہم وصف سلسلہ (Homologous Series)

نامیاتی مرکبات کا ایک ایسا گروپ یا سلسلہ، جس میں ہر ایک مرکب میں ایک خصوصی تفاعلی گروپ ہو، ایک ہم وصف سلسلہ کی تشکیل کرتا ہے اور سلسلہ کے ارکان ہم وصف (Homologues) کہلاتے ہیں۔ ایک ہم وصفی سلسلے کے ارکان کو ایک عمومی سالماتی فارمولے کی مدد سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ سالماتی فارمولے میں دو متواتر ممبران کے درمیان ایک $–CH_2$ اکائی کا فرق ہوتا ہے۔ نامیاتی مرکبات کے ہم وصف سلسلوں کی ایک بڑی تعداد ہے۔ ان میں سے کچھ اس طرح ہیں: الکین (Alkanes)، الکین (Alkenes)، الکائن (Alkynes)، ہیلوالکین (Haloalkanes)، الکینول (Alkanols)، الکینال (Alkanals)،

الکینون (Alkanones)، الکینوئک ایسڈ (Alkanoic Acid) اور امائن (Amines) وغیرہ۔

یہ ممکن ہے کہ ایک مرکب میں دو یا دو سے زیادہ متماثل (Identical) اور مختلف (Different) تفاعلی گروپ موجود ہوں۔ اس سے کثیر تفاعلی گروپ (Polytunctional Group) کی تشکیل ہوتی ہے۔

12.5 نامیاتی مرکبات کا تسمیہ (Nomenclature of Organic Compounds)

نامیاتی کیمیا میں لاکھوں مرکبات کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ ان کو بہ خوبی شناخت کرنے کے لیے ان کے نام رکھنے کا ایک منظم طریقہ بنایا گیا ہے جو تسمیہ کا **IUPAC (International Union of pure and Applied Chemistry)** نظام کہلاتا ہے۔ اس منظم تسمیہ میں ناموں کو ساخت کے ساتھ اس طرح مربوط (Correlate) کیا جاتا ہے کہ سننے والا نام سے ساخت اخذ کرسکتا ہے۔

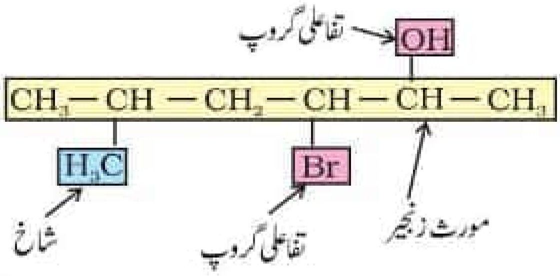
IUPAC نظام تسمیہ سے پہلے نامیاتی مرکبات کے نام ان کے ماخذ (Origin) یا ان کی کچھ خاصیتوں کی بنیاد پر رکھے جاتے تھے۔ مثال کے طور پر سٹرک ایسڈ (Citric Acid) کو یہ نام اس لیے دیا گیا کیونکہ یہ سٹرک (کھٹے) پھلوں میں پایا جاتا ہے اسی طرح لال چیونٹی (Red Ant) میں پائے جانے والے تیزاب کو فارمک ایسڈ (Formic Acid) کا نام دیا گیا، کیونکہ لاطینی زبان میں چیونٹی کو فارمیکا (Formica) کہتے ہیں۔ یہ روایتی نام ہیں انہیں غیر اہم یا عام نام سمجھا جاتا ہے۔ کچھ عام نام اب بھی استعمال ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر بک منسٹر فلرین ایک عام نام ہے (Buckminsterfullerene) جو حال ہی میں دریافت شدہ C_{60} گچھے (Cluster) کو دیا گیا ہے کیونکہ اس کی ساخت ان ارضیہ گنبدوں (Geodesic Domes) سے ملتی جلتی ہے جنہیں مشہور ماہر فن تعمیر (Architect) آر- بک منسٹر فلر (R.Buckminster Fuller) نے مقبول کرایا تھا۔ عام نام بھی کارآمد ہیں اور کئی صورتوں میں ناگزیر ہیں، خاص طور پر اگر متبادل منظم نام لمبے اور پیچیدہ ہوں۔ کچھ نامیاتی مرکبات کے عام نام جدول 12.1 میں دیے گئے ہیں۔

12.5.1 تسمیہ کا IUPAC نظام (The IUPAC System of Nomenclature)

ایک نامیاتی مرکب کا منظم نام عام طور سے اس سے منسلک مورثِ (Parent) ہائڈروکاربن اور تفاعلی گروپ کی شناخت کرکے اخذ کیا جاتا ہے۔ نیچے دی ہوئی مثال دیکھیے:

جدول 12.1 : کچھ نامیاتی مرکبات کے عام نام

عام نام	مرکب
میتھین (Mehane)	CH_4
این-بیوٹین (n-Butane)	$H_3CCH_2CH_2CH_3$
آیسو بیوٹین (Isobutane)	$(H_3C)_2CHCH_3$
نیوپینٹین (Neopentane)	$(H_3C)_4C$
این پروپائل الکوحل (n-Propyl Alcohol)	$H_3CCH_2CH_2OH$
فارمل ڈی ہائڈ (Formaldehyde)	HCHO
ایسی ٹون (Acetone)	$(H_3C)_2CO$
کلوروفورم (Chloroform)	$CHCl_3$
ایسی ٹِک ایسڈ (Acetic Acid)	CH_3COOH
بینزین (Benzene)	C_6H_6
انی سول (Anisole)	$C_6H_5OCH_3$
اینیلین (Aniline)	$C_6H_5NH_2$
ایسیٹو فینون (Acetophenone)	$C_6H_5COCH_3$
ایتھائل میتھائل ایتھر (Ethyl Methyl Ether)	$CH_3OCH_2CH_3$



پھر سابقوں اور لاحقوں (*Prefixes & Suffixes*) کے مزید استعمال کے لیے موروثی نام کو سدھار کر اصل نام حاصل کیا جاسکتا ہے۔ وہ مرکبات جو صرف کاربن اور ہائڈروجن پر مشتمل ہوتے ہیں ہائڈروکاربن کہلاتے ہیں۔ ایک ہائڈروکاربن کو سیر شدہ (Saturated) کہا جاتا ہے اگر اس میں کاربن- کاربن بند صرف اکہرے ہوں۔ ایسے مرکبات کے ہم وصف سلسلے کا IUPAC نام الکین (Alkane) ہے۔ پیرافن (Paraffin) (لاطینی : بہت کم رغبت)، ان مرکبات کو پہلے دیا گیا نام تھا۔ غیر سیر شدہ (Unsaturated) ہائڈروکاربن وہ ہیں جن میں کم از کم ایک کاربن- کاربن بند دوہرا یا تہرا ہوتا ہے۔

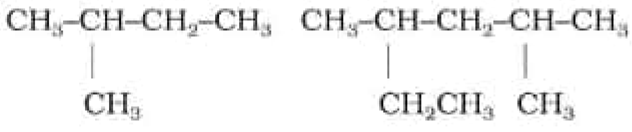
12.5.2 الکینوں کا IPUAC نظام تسمیہ
(IUPAC Nomenclature of Alkanes)

مستقیم زنجیر ہائڈروکاربن (Straight Chain Hydrocarbons): ایسے مرکبات کے نام ان کی زنجیری ساخت پر مبنی ہیں اور لاحقہ (Suffix) این ('-ane') پر ختم ہوتے ہیں اور ان ناموں میں ایک سابقہ شامل ہوتا ہے جو زنجیر میں پائے جانے والے کاربن ایٹموں کی تعداد کی نشاندہی کرتا ہے (سوائے CH_4 سے لے کر C_4H_{10} تک، جہاں سابقے عام ناموں سے اخذ کیے جاتے ہیں)۔ کچھ مستقیم زنجیر سیر شدہ ہائڈروکاربنوں کے IUPAC نام جدول 12.2 میں دیے گئے ہیں۔ جدول 12.2 میں دیے ہوئے الکین (Alkanes)، ایک دوسرے سے صرف زنجیر میں $-CH_2$ گروپوں کی تعداد کے لحاظ سے مختلف ہیں۔ یہ سب الکین سلسلہ کے ہم وصف ہیں۔

جدول 12.2: کچھ غیر شاخ دار، سیر شدہ ہائڈروکاربنوں کے IUPAC نام

نام	سالماتی فارمولہ	نام	سالماتی فارمولہ
میتھین (Methane)	CH_4	ہیپٹین (Heptane)	C_7H_{16}
ایتھین (Ethane)	C_2H_6	آکٹین (Octane)	C_8H_{18}
پروپین (Propane)	C_3H_8	نونین (Nonane)	C_9H_{20}
بیوٹین (Butane)	C_4H_{10}	ڈے کین (Decane)	$C_{10}H_{22}$
پینٹین (Pentane)	C_5H_{12}	آئی کوسین (Icosane)	$C_{20}H_{42}$
ہیکسین (Hexane)	C_6H_{14}	ٹرائیا کون ٹین (Triacontane)	$C_{30}H_{62}$

شاخ دار زنجیر والے ہائڈروکاربن (Branched Chain Hydrocarbons): ایک شاخ دار زنجیر والے مرکب میں کچھ کاربن ایٹموں کی چھوٹی زنجیریں، موروثی زنجیر کے ایک یا ایک سے زیادہ کاربن ایٹموں سے جڑی ہوتی ہیں۔ یہ چھوٹی کاربن زنجیریں (شاخیں) الکائل گروپ (Alkyl Groups) کہلاتی ہیں۔ مثال کے طور پر:



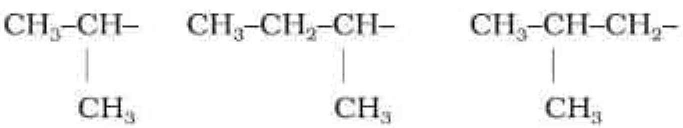
(a) (b)

ایسے مرکبات کے نام رکھنے کے لیے الکائل گروپ (alkyl Groups) کے نام، موروثی الکین (Alkane) کے نام سے پہلے بہ طور سابقہ استعمال کیے جاتے ہیں۔ ایک سیر شدہ ہائڈروکاربن میں کاربن سے ایک ایٹم ہٹا کر ایک الکائل گروپ اخذ کیا جاتا ہے۔ اس طرح CH_4، $-CH_3$ ہو جاتا ہے اور میتھائل گروپ (Methyl Group) کہلاتا ہے۔ الکائل گروپ کا نام نظیری الکین میں *ane* کی جگہ *yl* رکھ کر حاصل کیا جاتا ہے۔ جدول 12.3 میں کچھ الکائل (Alkyl) گروپوں کی فہرست دی گئی ہے۔

جدول 12.3 کچھ الکائل گروپ

الکائل گروپ (Alkyle Group)		الکین (Alkane)	
سالماتی فارمولہ	الکین کا نام	ساختی فارمولہ	الکائل گروپ کا نام
CH_4	میتھین (Methane)	$-CH_3$	میتھائل (Methyl)
C_2H_6	ایتھین (Ethane)	$-CH_2CH_3$	ایتھائل (Ethyl)
C_3H_8	پروپین (Propane)	$-CH_2CH_2CH_3$	پروپائل (Propyl)
C_4H_{10}	بیوٹین (Butane)	$-CH_2CH_2CH_2CH_3$	بیوٹائل (Butyl)
$C_{10}H_{22}$	ڈے کین (Decane)	$-CH_2(CH_2)_8CH_3$	ڈی کائل (Decyl)

کچھ الکائل (Alkyl) گروپوں کے لیے مخفف (Abbreviations) استعمال کیے جاتے ہیں۔ مثلاً، میتھائل (Methyl) کی مخفف شکل Me، ایتھائل (Ethyl) کی Et، پروپائل (Propyl) کی Pr اور بیوٹائل (Butyl) کی Bu ہے۔ الکائل گروپ (Alkyl Groups) شاخ دار بھی ہو سکتے ہیں۔ اس لیے پروپائل اور بیوٹائل گروپوں کی ساخت شاخ دار بھی ہو سکتی ہے، جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے۔



Isopropyl- *sec-Butyl-* *Isobutyl-*

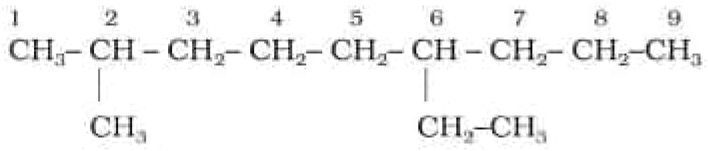


tert-Butyl- *Neopentyl-*

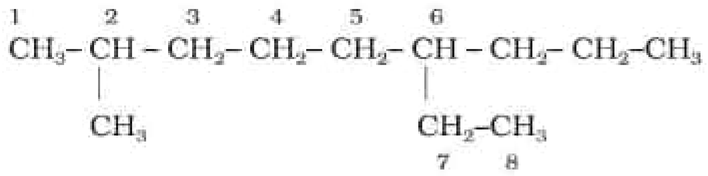
عام شاخ دار گروپوں کے مخصوص معمولی نام ہوتے ہیں۔ مثلاً، پروپائل (Propyl) گروپ یا تو این- پروپائل (*n*-propyl) گروپ ہو سکتے ہیں یا آئسو پروپائل (Isopropyl) گروپ۔ شاخ دار بیوٹائل (Butyl) گروپ، سیک- بیوٹائل (*sec*-butyl)، آئسو بیوٹائل (Isobutyl) اور ٹرٹ بیوٹائل (*tert*-butyl) گروپ کہلاتے ہیں۔ ہمارا واسطہ ساختی اکائی $-CH_2C(CH_3)_3$ سے بھی پڑتا ہے، جو نیوپینٹائل (Neopentyl) گروپ کہلاتا ہے۔

شاخ دار الکین (Alkanes) کا تسمیہ: ہمارے سامنے بہت سے شاخ دار الکین (Alkane) آتے ہیں۔ ان کو نام دینے کے قاعدے مندرجہ ذیل ہیں:

1۔ سب سے پہلے سالمہ میں سب سے لمبی کاربن زنجیر کی شناخت کی جاتی ہے۔ نیچے دی ہوئی مثال (I) میں سب سے لمبی زنجیر میں 9 کاربن ہیں اور اسے موروثی یا بنیادی زنجیر سمجھا جاتا ہے۔ (II) میں دکھایا گیا موروثی زنجیر کا انتخاب درست نہیں ہے، کیونکہ اس میں صرف 8 کاربن ہیں۔

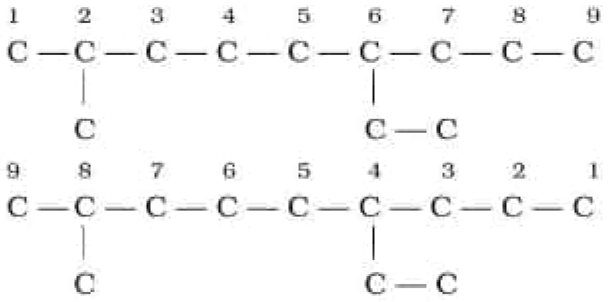


I



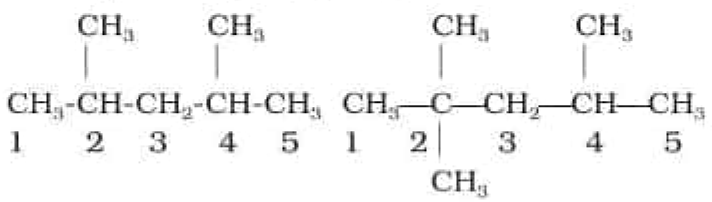
II

2۔ موروثی الکین کی شناخت کرنے کے لیے اور ان کاربن ایٹموں کے مقام کا پتہ لگانے کے لیے جن سے شاخیں نکل رہی ہیں، (کیونکہ ہائڈروجن ایٹم کی جگہ الکائل گروپ لے رہا ہے) موروثی زنجیر کے کاربن ایٹموں پر نمبر ڈال دیے جاتے ہیں۔ یہ نمبر اس طرح ڈالے جاتے ہیں کہ شاخ دار کاربن ایٹموں پر ممکنہ کم ترین نمبر آئے۔ اس لیے مندرجہ بالا مثال میں نمبر بائیں سے دائیں (شاخ دار ایٹم 2 اور 6) ہوں گے، دائیں سے بائیں نہیں (کیونکہ ان کاربن ایٹموں کے نمبر جن سے شاخیں نکل رہی ہیں، اس صورت میں، 4 اور 8 ہوں گے)۔

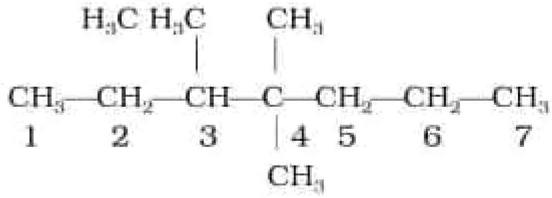


3۔ ایک شاخ کے طور پر جڑے ہوئے الکائل (Alkyl) گروپ کے نام پھر موروثی الکین کے نام کے ساتھ بطور سابقہ (Prefix) لگائے جاتے ہیں اور ہائڈروجن ایٹم کی جگہ لینے والوں کے مقام کی مناسب اعداد سے نشاندہی کی جاتی ہے۔ اگر مختلف الکائل (Alkyl) گروپ موجود ہوں تو انہیں حروفِ تہجی (Alphabetical) کی ترتیب میں لکھا جاتا ہے۔ اس لیے اوپر دکھائے گئے مرکب کا نام ہے: 6-ایتھائل-2-میتھائل نونین (6-ethyl-2-methyl nonane) [نوٹ: نمبروں اور گروپ کے درمیان علامت - استعمال کی جاتی ہے اور میتھائل اور نونین کو ایک ساتھ لکھا جاتا ہے۔]

4۔ اگر 2 یا اس سے زیادہ متماثل قائم مقام (Substituent) گروپ موجود ہوں تو نمبروں کے درمیان کوما (،) لگایا جاتا ہے۔ متماثل قائم مقام گروپ کے نام دہرائے نہیں جاتے۔ اس کے بجائے سابقے جیسے ڈائی (di) (دو کے لیے)، ٹرائی (tri) (3 کے لیے)، ٹیٹرا (tetra) (4 کے لیے)، پینٹا (penta) (5 کے لیے)، ہیکسا (Hixa) (6 کے لیے) وغیرہ استعمال کیے جاتے ہیں۔ قائم مقام گروپوں کے نام حروفِ تہجی کی ترتیب میں لکھتے وقت ان سابقوں کو نہیں لکھا جاتا ہے۔ اس لیے مندرجہ ذیل مرکبات کے نام ہیں:

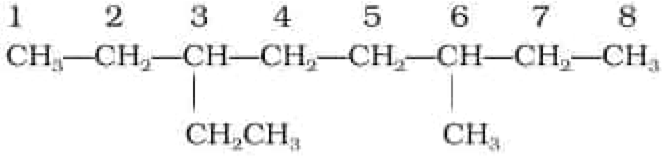


2,4-Dimethylpentane *2,2,4-Trimethylpentane*

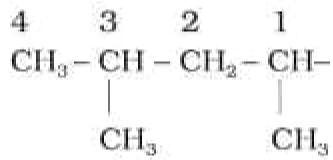


3-Ethyl-4,4-dimethylheptane

5۔ اگر دو قائم مقام گروپ مساوی مقام پر پائے جائیں، تو حروف تہجی کے اعتبار سے جو گروپ پہلے آتا ہے اسے چھوٹا عدد دیا جاتا ہے۔ اس لیے مندرجہ ذیل مرکب 3-ethyl-6- methyloctane ہے اور 6-ethyl-3- methyloctane. نہیں۔



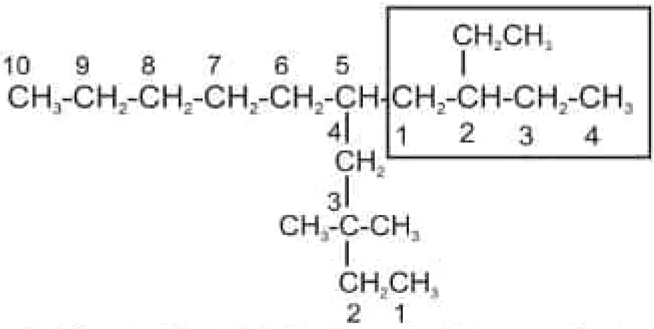
6۔ شاخ دار الکائل گروپ کو بھی مندرجہ بالا طریقہ استعمال کرتے ہوئے نام دیے جاسکتے ہیں۔ لیکن شاخ کا وہ کاربن ایٹم جو موروثی الکین سے منسلک ہوتا ہے اسے 1 نمبر دیا جاتا ہے، جیسا کہ مندرجہ ذیل مثال سے ظاہر ہوتا ہے:



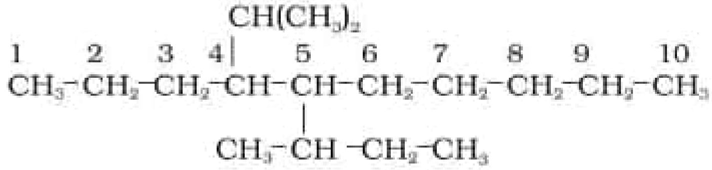
1, 3-Dimethylbutyl-

مرکب کا نام لکھتے وقت، ایسے شاخ دار زنجیر الکائل (Alkyl) گروپ کا نام قوسین (Paranthesis) میں لکھا جاتا ہے۔ قائم مقام گروپوں کے معمولی نام حروف تہجی کی ترتیب میں لکھتے وقت سابقے آئسو **(Iso)** اور نیو **(Neo)** الکائل گروپ کے بنیادی نام کے اجزا تصور کیے جاتے ہیں۔ سابقے سیک-**(sec-)** اور ٹرٹ **(tert-)** بنیادی نام کے اجزا نہیں مانے جاتے ہیں۔ آئسو-(Iso-) اور اس سے متعلق عام سابقوں الکائل گروپ کا نام لکھنے کے لیے IUPAC تسمیہ کے استعمال کی اجازت ہے جب تک کہ ان میں مزید قائم مقام گروپ نہ ہوں۔ کثیر قائم مقام گروپ والے مرکبات کے لیے مندرجہ ذیل قاعدے یاد رکھنے چاہئیں:

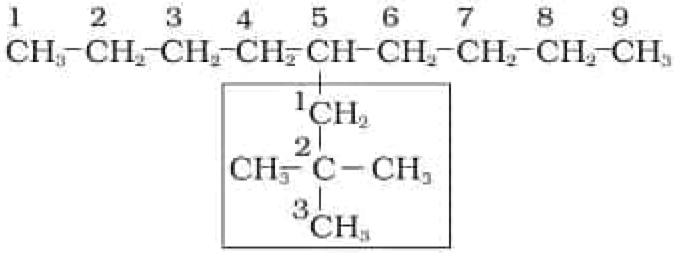
- اگر برابر سائز کی دو زنجیریں ہوں تو اس زنجیر کو منتخب کرنا ہوگا جس میں جانبی زنجیروں کی تعداد زیادہ ہے۔
- زنجیر کے انتخاب کے بعد نمبر اس کنارے سے دیے جائیں گے جو قائم مقام گروپ کے نزدیک ہے۔



5-(2-Ethylbutyl)-3,3-dimethyldecane [and not 5-(2,2-Dimethylbutyl)-3-ethyldecane]



5-sec-Butyl-4-isopropyldecane



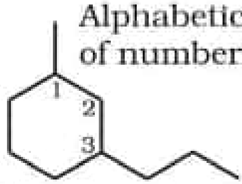
5-(2,2-Dimethylpropyl)nonane

سائیکلک مرکبات (Cyclic Compounds): ایک سیر شدہ یک سائیکلک (Saturated Monocyclic) مرکب کا نام اس کے نظیری مستقیم زنجیر والے الکین (Alkane) سے پہلے سابقہ سائیکلو (Cyclo) لگا کر لکھا جاتا ہے۔ اگر جانبی زنجیریں (Side Chains) بھی ہوں تو اوپر دیے ہوئے قاعدوں کا اطلاق ہوتا ہے۔ کچھ سائیکلک مرکبات کے نام ذیل میں دیے گئے ہیں۔

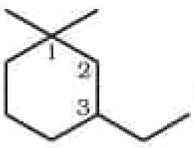


Cyclopentane

Alphabetical order of numbering



1-Methyl-3-propylcyclohexane



زیادہ شاخ دار کاربن کو چھوٹا نمبر دیا جاتا ہے۔

3-Ethyl-1,1-dimethylcyclohexane

(1-ethyl-3,3-dimethylcyclohexane نہیں)

مسئلہ 12.7

کچھ ہائڈروکاربنوں کے IUPAC نام اور ساخت ذیل میں دیے گئے ہیں۔ وضاحت کیجیے کہ قوسین میں دیے ہوئے نام کیوں درست نہیں ہیں؟

(a) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

2,5,6- Trimethyloctane

[*3,4,7-Trimethyloctane* نہیں]

(b) $CH_3-CH_2-CH(CH_2CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

3-Ethyl-5-methylheptane

[*5-Ethyl-3-methylheptane* نہیں]

حل

(a) مقام کی نشاندہی کرنے والے کم ترین عدد 2، 5، 6 اعداد 3، 5، 7 سے کم ہیں۔ (b) قائم مقام گروپ مساوی مقام پر ہیں مقابلتاً چھوٹا عدد اس کو دیا جائے گا جو انگریزی حروفِ تہجی کے حساب سے پہلے آتا ہے۔

12.5.3 ان نامیاتی مرکبات کا تسمیہ جن میں تفاعلی گروپ شامل ہیں (Nomenclature of Organic Compounds having Functional Group(s))

ایک تفاعلی گروپ جیسا کہ پہلے بتایا گیا ہے، ایک ایٹم یا یکتا طور پر آپس میں بندھے ہوئے ایٹموں کا گروپ ہے جو ایک نامیاتی سالمہ میں عام طور سے کیمیائی تعاملیت کا مقام ہوتا ہے۔ وہ مرکبات جن میں یکساں تفاعلی گروپ ہوتے ہیں، ان کے تعاملات بھی یکساں ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر CH_3OH، CH_3CH_2OH اور $(CH_3)_2CHOH$ – ان سب میں تفاعلی گروپ OH ہے اور یہ تینوں سوڈیم دھات سے تعامل کر کے ہائڈروجن خارج کرتے ہیں۔ تفاعلی گروپوں کی موجودگی ہمیں نامیاتی مرکبات کو مختلف درجات (Classes) میں منظم کرنے کا اہل بناتی ہے۔ ان کے سابقوں اور لاحقوں کے ساتھ، کچھ تفاعلی گروپوں کی مثالیں، ان نامیاتی مرکبات کی مثالوں کے ساتھ جن میں وہ تفاعلی گروپ پائے جاتے ہیں، جدول 12.4 میں دی گئی ہیں۔

سب سے پہلے سالمہ میں پائے جانے والے تفاعلی گروپ کی شناخت کی جاتی یہ جو مناسب سابقہ کا انتخاب متعین کرتی ہے۔ کاربن ایٹموں کی اس سب سے لمبی زنجیر پر جس میں تفاعلی گروپ شامل ہوتا ہے، اس طرح نمبر ڈالے جاتے ہیں کہ تفاعلی گروپ جس کاربن ایٹم سے منسلک ہو، اس پر ممکنہ کم ترین عدد آئے۔ جدول 12.4 میں دیے گئے لاحقوں کا استعمال کر کے مرکب کا نام حاصل کیا جاتا ہے۔

کثیر تفاعلی مرکبات میں، ایک تفاعلی گروپ کو بطور اصل تفاعلی گروپ (Prinicipal Functional Group) منتخب کیا جاتا ہے اور پھر اس بنیاد پر مرکب کا نام دیا جاتا ہے۔ باقی ماندہ تفاعلی گروپوں کو، جو ماتحت تفاعلی گروپ ہیں، مناسب سابقوں کا استعمال کر کے بطور قائم مقام، نام دے جاتے ہیں۔ پرنسپل تفاعلی گروپ کا انتخاب ترجیح کی ترتیب کی بنیاد پر کیا جاتا ہے۔ کچھ تفاعلی گروپوں کی ترجیح کی نزولی ترتیب ہے:

$-COOH$، $-SO_3H$، $-COOR$ (R = الکائل گروپ)، $COCl$، $-CONH_2$، $-CN$، $-HC=O$، $>C=O$، $-OH$، $-NH_2$، $>C=C<$، $-C\equiv C-$

$-R$، C_6H_5-، ہیلوجن (F, Cl, Br, I)، $-NO_2$، الکوکسی (–OR) وغیرہ ہمیشہ سابقہ قائم مقام ہیں۔ اس لیے ایک مرکب جس میں الکوحل (alcohol) اور کیٹو (Keto) دونوں گروپ شامل ہوں، اس کا نام Hydroxyalkanone ہوگا، کیونکہ کیٹو گروپ (Keto Group) کو ہائڈروکسل (Hydroxyl) گروپ پر ترجیح دی جائے گی۔

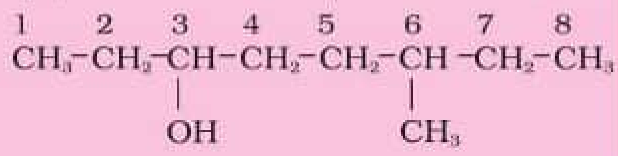
مثال کے طور پر $HOCH_2(CH_2)_3CH_2COCH_3$ کا نام 7-hydroxyheptan-2-one ہوگا، 2-oxoheptan -7-ol نہیں۔ اسی طرح $BrCH_2CH = CH_2$ کا نام 3-bromoprop-1-ene ہوگا 1-bromoprop-2-ene نہیں۔

اگر ایک ہی قسم کے ایک سے زیادہ تفاعلی گروپ موجود ہوں تو ان کی تعداد کی نشاندہی کلاس لاحقہ (Class Suffix) سے پہلے ڈائی (di)، ٹرائی (tri)، وغیرہ لگا کر کی جاتی ہے۔ ایسی صورت میں کلاس لاحقہ سے پہلے موروثی الکین (Alkane) کا پورا نام لکھا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر $CH_2(OH)CH_2(OH)$ کا نام ethane–1,2–diol ہوگا۔ لیکن وہ

مرکبات جن میں ایک سے زیادہ دوہرے یا تہرے بند ہوتے ہیں، موروثی الکین (Alkane) میں آخری ''حروف 'ne' نہیں لکھے جاتے۔ مثلاً $CH_2 = CH–CH = CH_2$ کا نام buta-1, 3-diene ہوگا۔

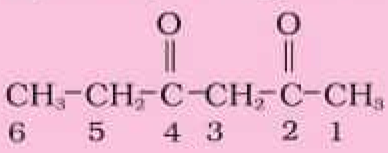
مسئلہ 12.8

مرکبات (i) تا (iv) کے نام ان کی دی ہوئی ساخت کی بنیاد پر لکھیے۔

(i) 

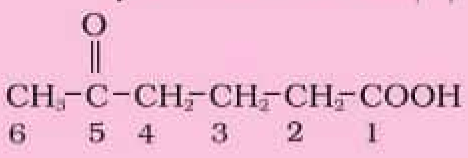
حل

- کیونکہ پایا جانے والا تفاعلی گروپ الکوحل (Alcohol, OH) ہے، اس لیے لاحقہ '-ol' ہے۔
- اس سب سے لمبی کاربن زنجیر میں، جس میں OH شامل ہے، 8 کاربن ایٹم ہیں۔ اس لیے اس کے مطابق سیر شدہ ہائڈروکاربن، آکٹین (Octane) ہے۔
- –OH کاربن ایٹم 3 پر ہے۔ اس کے علاوہ ایک میتھائل (Methyl) گروپ 6^{th} کاربن سے جڑا ہے۔

(ii) 

حل

موجود تفاعلی گروپ کیٹون (>C = O) ہے، اس لیے لاحقہ '-one' ہے۔ دو کیٹو (Keto) گروپوں کی موجودگی کو di سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ لہٰذا لاحقہ dione ہو جائے گا دو کیٹو گروپ کاربن 2 اور 4 پر ہیں۔ سب سے لمبی زنجیر میں 6 کاربن ایٹم ہیں، اس لیے منظم نام Hexane-2,4-dione ہے۔

(iii) 

حل

یہاں دو تفاعلی گروپ، موجود ہیں جن کے نام ہیں، کیٹون (Ketone) اور کاربوکسی لک (Carboxylic) ایسڈ گروپ۔ اس لیے موروثی زنجیر کا لاحقہ 'oic' acid ہوگا۔ زنجیر کے نمبر –COOH تفاعلی گروپ کے کاربن سے شروع ہوں گے۔ زنجیر میں کاربن 5 پر کیٹو گروپ کی نشاندہی 'oxo' کے ذریعے کی جائے گی۔ اس طرح سب سے لمبی زنجیر جس میں پرنسپل تفاعلی گروپ شامل ہے، 6 کاربن ایٹم پر مشتمل ہے۔ اس لیے موروثی ہائڈروکاربن ہیکسین (Hexane) ہے۔ اس لیے مرکب کا نام 5-oxohexanoic acid ہے۔

(iv) $\underset{6}{CH} \equiv \underset{5}{C} - \underset{4}{CH} = \underset{3}{CH} - \underset{2}{CH} = \underset{1}{CH_2}$

حل

دو C = C تفاعلی گروپ کاربن ایٹم 1 اور 3 پر موجود ہیں جبکہ C ≡ C تفاعلی گروپ کاربن 5 پر ہے۔ یہ گروپ بالترتیب 'diene' اور 'yne' لاحقوں سے ظاہر کیے جاتے ہیں۔ تفاعلی گروپوں پر مشتمل، کاربن ایٹموں کی سب سے لمبی زنجیر میں 6 کاربن ایٹم ہیں، اس لیے موروثی ہائڈروکاربن ہیکسین 'hexane' ہے۔ اس لیے مرکب کا نام Hexa–1, 3-diene-5-yne ہے۔

مسئلہ 12.9

(i) 2-Chlorohexane,
(ii) Pent-4-en-2-ol,
(iii) 3-Nitrocyclohexene,
(iv) Cyclohex-2-en-1-ol,
(v) 6-Hydroxy-heptanal.

کی ساخت اخذ کیجیے۔

حل

(i) 'Hexane' زنجیر میں 6 کاربن ایٹموں کو ظاہر کرتا ہے۔ تفاعلی گروپ Chloro کاربن 2 پر موجود ہے۔ اس لیے مرکب کی ساخت ہے: $CH_3CH_2CH_2CH_2CH(Cl)CH_3$۔

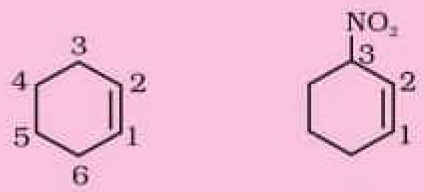
(ii) 'Pent' نشاندہی کرتا ہے کہ موروثی ہائڈروکاربن میں زنجیر میں 5 کاربن ایٹم ہیں۔ 'en' اور 'ol' تفاعلی گروپوں C=C اور –OH سے مطابقت رکھتے ہیں جو بالترتیب کاربن ایٹم 4 اور 2 پر ہیں۔ اس لیے ساخت ہے:

$CH_2 = CHCH_2CH(OH)CH_3$

جدول 12.4: نامیاتی مرکبات کے کچھ تفاعلی گروپ اور کلاس

مرکبات کا کلاس	تفاعلی گروپ ساخت	IUPAC گروپ سابقہ	IUPAC گروپ لاحقہ	مثال
Alkanes	-	-	-ane	Butane, $CH_3(CH_2)_2CH_3$
Alkenes	$>C=C<$	-	-ene	But-1-ene, $CH_2=CHCH_2CH_3$
Alkynes	$-C\equiv C-$	-	-yne	But-1-yne, $CH\equiv CCH_2CH_3$
Arenes	-	-	-	Benzene, 
Halides	-X (X=F,Cl,Br,I)	halo-	-	1-Bromobutane, $CH_3(CH_2)_2CH_2Br$
Alcohols	-OH	hydroxy-	-ol	Butan-2-ol, $CH_3CH_2CHOHCH_3$
Aldehydes	-CHO	formyl, or oxo	-al	Butanal, $CH_3(CH_2)_2CHO$
Ketones	$>C=O$	oxo-	-one	Butan-2-one, $CH_3CH_2COCH_3$
Nitriles	$-C\equiv N$	cyano	nitrile	Pentanenitrile, $CH_3CH_2CH_2CH_2CN$
Ethers	-R-O-R-	alkoxy-	-	Ethoxyethane, $CH_3CH_2OCH_2CH_3$
Carboxylic acids	-COOH	carboxy	-oic acid	Butanoic acid, $CH_3(CH_2)_2CO_2H$
Carboxylate ions	$-COO^-$	-	-oate	Sodium butanoate, $CH_3(CH_2)_2CO_2^-\ Na^+$
Esters	-COOR	alkoxycarbonyl	-oate	Methyl propanoate, $CH_3CH_2COOCH_3$
Acyl halides	-COX (X=F,Cl,Br,I)	halocarbonyl	-oyl halide	Butanoyl chloride, $CH_3(CH_2)_2COCl$
Amines	$-NH_2$, >NH,>N-	amino-	-amine	Butan -2-amine, $CH_3CHNH_2CH_2CH_3$
Amides	$-CONH_2$, -CONHR, $-CONR_2$	-carbamoyl	-amide	Butanamide, $CH_3(CH_2)_2CONH_2$
Nitros	$-NO_2$	nitro	-	1-Nitrobutane, $CH_3(CH_2)_3NO_2$

(iii) 6 ممبران پر مشتمل حلقہ، جس میں ایک کاربن- کاربن دہرا بند شامل ہوتا ہے، Cyclohexane کی نمائندگی کرتا ہے اور جس پر نمبر (I) میں دکھائے گئے طریقے سے ڈالے جاتے ہیں۔ سابقہ 3-nitro کا مطلب ہے کہ ایک نائٹرو گروپ C-3 سے منسلک ہے۔ اس لیے مرکب کا مکمل ساختی فارمولہ (II) ہے۔ دہرا بند لاحقہ تفاعلی گروپ ہے جبکہ NO_2 سابقہ تفاعلی گروپ ہے۔ اس لیے دہرے بند کو NO_2 گروپ پر فوقیت دی جاتی ہے۔



I II

(ii) 1-ol کا مطلب ہے کہ C – 1 پر ایک OH- گروپ موجود ہے۔ OH- لاحقہ تفاعلی گروپ ہے اور اسے C = C پر فوقیت حاصل ہے۔ اس لیے ساخت II میں دکھائی گئی ہے:

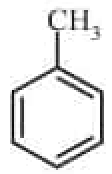


I II

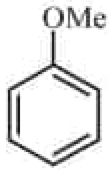
(v) 'Heptanal' ظاہر کرتا ہے کہ مرکب ایک ایلڈی ہائڈ (Aldehyde) ہے، جس کی موروثی زنجیر میں 7 کاربن ایٹم ہیں۔ 6-hydroxy نشاندہی کرتا ہے کہ OH- گروپ کاربن 6 سے منسلک ہے، مرکب کا ساختی فارمولہ ہے: $CH_3CH(OH)CH_2CH_2CH_2CH_2CHO$ کاربن زنجیر پر نمبر ڈالتے وقت CHO- گروپ کا کاربن ایٹم بھی شامل کیا جاتا ہے۔

12.5.4 قائم مقام بینزین مرکبات کا تسمیہ (Nomenclature of Substituted Benzene Compounds)

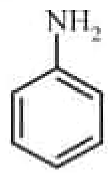
ایسے بینزین مرکبات کے IUPAC تسمیہ کے لیے جن میں قائم مقام گروپ شامل ہیں، قائم مقام گروپ کو لفظ بینزین کے سابقہ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے جیسا کہ مندرجہ ذیل مثال میں دکھایا گیا ہے۔ اگرچہ کئی قائم مقام گروپوں والے بینزین مرکبات کے عام نام بھی (جنھیں ذیل میں بریکٹ میں لکھا گیا ہے) آفاقی طور پر استعمال ہوتے ہیں۔



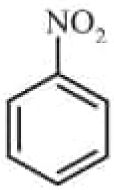
Methylbenzene
(Toluene)



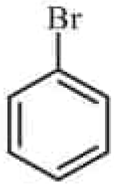
Methoxybenzene
(Anisole)



Aminobenzene
(Aniline)

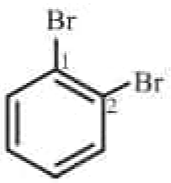


Nitrobenzene

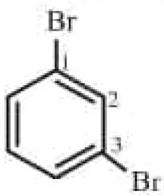


Bromobenzene

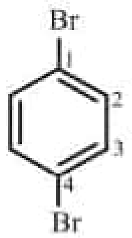
اگر بینزین حلقہ میں دو قائم مقام گروپ شامل ہوں تو قائم مقام گروپوں کا مقام حلقہ کے کاربن ایٹموں کے نمبر سے معرف کیا جاتا ہے اور یہ نمبر اس طرح دیے جاتے ہیں کہ قائم مقام گروپ کم ترین ممکنہ نمبر سے منسلک ہوں۔ مثال کے طور پر مرکب (b) کا نام 1,3-dibromobenzene ہے، 1,5-dibromobenzene نہیں۔



(a)
1,2-Dibromo-benzene



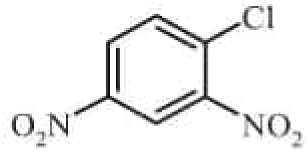
(b)
1,3-Dibromo-benzene



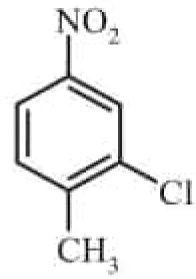
(c)
1,4-Dibromo-benzene

تسمیہ کے عام نظام میں نسبتی مقامات 2 ,1؛ 1,3 اور 1,4 کی نشاندہی کرنے کے لیے اصطلاحات آرتھو (Ortho, o)، میٹا (Meta, m) اور پیرا (Para, p)، بالترتیب استعمال کی جاتی ہیں۔ اس لیے 1,3-dibromobenzene (b) کا عام نام m-dibromobenzene ہے (meta کا مخفف m) اور Dibromobenzene کے دیگر آئسومر (Isomers) (a) 1, 2 اور (c) 1, 4 کے نام بالترتیب آرتھو (یا صرف -o) اور پیرا (یا صرف -p) -Dibromobenzene ہیں۔

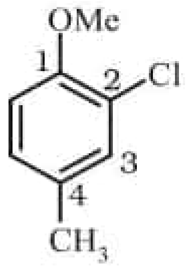
tri یا اس سے زیادہ قائم مقام گروپوں والے بینزین مشتقوں (Derivatives) میں یہ سابقے استعمال نہیں کیے جاسکتے اور مرکبات کے نام حلقہ پر قائم مقام گروپوں کے مقام کی مناسبت سے لکھے جاتے ہیں جس کے لیے کم ترین مقام کا قاعدہ استعمال کیا جاتا ہے۔ کچھ صورتوں میں بینزین مشتقوں کے عام نام بطور بنیادی مرکب استعمال کیے جاتے ہیں۔ بنیادی مرکب کے قائم مقام کو نمبر 1 تفویض کیا جاتا ہے اور پھر نمبر اس سمت میں ڈالے جاتے ہیں کہ دوسرے قائم مقام گروپ کو کم ترین عدد ملے۔ نام میں یہ قائم مقام گروپ انگریزی کے حروف تہجی کی ترتیب میں لکھے جاتے ہیں۔ کچھ مثالیں نیچے دی گئی ہیں:



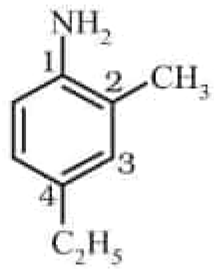
1-Chloro-2,4-dinitrobenzene
(not 4-chloro,1,3-dinitrobenzene)



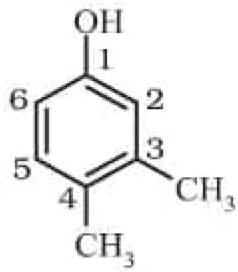
2-Chloro-1-methyl-4-nitrobenzene
(not 4-methyl-5-chloro-nitrobenzene)



2-Chloro-4-methylanisole



4-Ethyl-2-methylaniline



3,4-Dimethylphenol

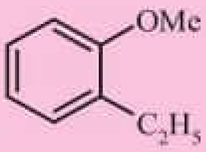
جب ایک بینزین حلقہ ایک تفاعلی گروپ کے ساتھ الکین(Alkane) سے منسلک ہوتا ہے تو اسے مورث کے بجائے قائم مقام مانا جاتا ہے۔ بطور قائم مقام بینزین کا نام Phenyl ہے (C_6H_5، جس کا مخفف Ph ہے)۔

مسئلہ 12.10

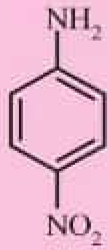
مندرجہ ذیل کے ساختی فارمولے لکھیے:

(a) *o*-Ethylanisole, (b) *p*-Nitroaniline,
(c) 2,3 - Dibromo -1 - phenylpentane,
(d) 4-Ethyl-1-fluoro-2-nitrobenzene

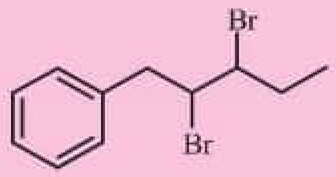
حل



(a)



(b)



(c)



(d)

12.6 آئسومیرزم (Isomerism)

جب دو یا دو سے زیادہ ایسے مرکبات جن کا سالماتی فارمولہ یکساں ہو لیکن خاصیتیں مختلف ہوں تو یہ مظہر آئسومیرزم (Isomerism) کہلاتا ہے۔ ایسے مرکبات آئسومرس (Isomers) کہلاتے ہیں۔ مندرجہ ذیل فلو چارٹ مختلف قسم کی آئسومیرزم دکھاتا ہے۔

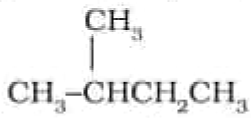
12.6.1 ساختی آئسومیرزم (Structural Isomerism)

ایسے مرکبات جن کا سالماتی فارمولا یکساں ہوتا ہے لیکن ساخت (جس انداز میں ایٹم دوسرے سے منسلک ہیں) مختلف ہوتی ہیں انہیں ساختی آئسومر کے تحت درجہ بند کیا جاتا ہے۔ مختلف قسم کی آئسومیرزم کی کچھ مخصوص مثالیں ذیل میں دی گئی ہیں۔

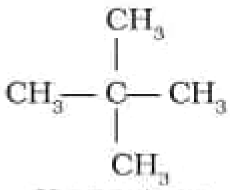
(i) زنجیری آئسومیرزم: جب دو یا دو سے زیادہ مرکبات کا یکساں سالماتی فارمولا ہوتا ہے لیکن کاربن ڈھانچے (Skeletons) مختلف ہوتے ہیں تو انہیں زنجیری آئسومر کہتے ہیں اور اس مظہر کو زنجیری آئسومیرزم کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر C_5H_{12} تین مرکبات کو ظاہر کرتا ہے:

$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

Pentane



Isopentane
(2-Methylbutane)

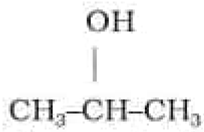


Neopentane
(2,2-Dimethylpropane)

(ii) پوزیشن آئسومیرزم: جب دو یا دو سے زیادہ مرکبات کا ربن ڈھانچے پر قائم مقام ایٹم یا تفاعلی گروپ کے مقام کے اعتبار سے مختلف ہوتے ہیں تو انہیں پوزیشن آئسومر کہتے ہیں اور اس مظہر کو پوزیشن آئسومیرزم کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر سالماتی فارمولا C_3H_8O دو الکوحل کو ظاہر کرتا ہے:

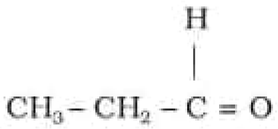
$CH_3CH_2CH_2OH$

Propan-1-ol

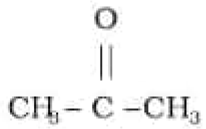


Propan-2-ol

(iii) تفاعلی گروپ آئسومیرزم (Functional Group Isomerism): دو یا دو سے زیادہ ایسے مرکبات جن کے سالماتی فارمولے یکساں ہوں لیکن تفاعلی گروپ مختلف ہوں، تفاعلی آئسومر کہلاتے ہیں اور یہ مظہر تفاعلی گروپ آئسومیرزم کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر سالماتی فارمولا C_3H_6O ایک ایلڈی ہائڈ اور ایک کیٹون کو ظاہر کرتا ہے۔



Propanal



Propanone

(iv) میٹامیرزم (Metamerism): یہ سالمہ میں تفاعلی گروپ کی دونوں سمتوں میں مختلف الکائل زنجیروں کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر $C_4H_{10}O$، Methoxypropane یعنی $CH_3OC_3H_7$ اور Ethoxyethane یعنی $C_2H_5OC_2H_5$ کو ظاہر کرتا ہے۔

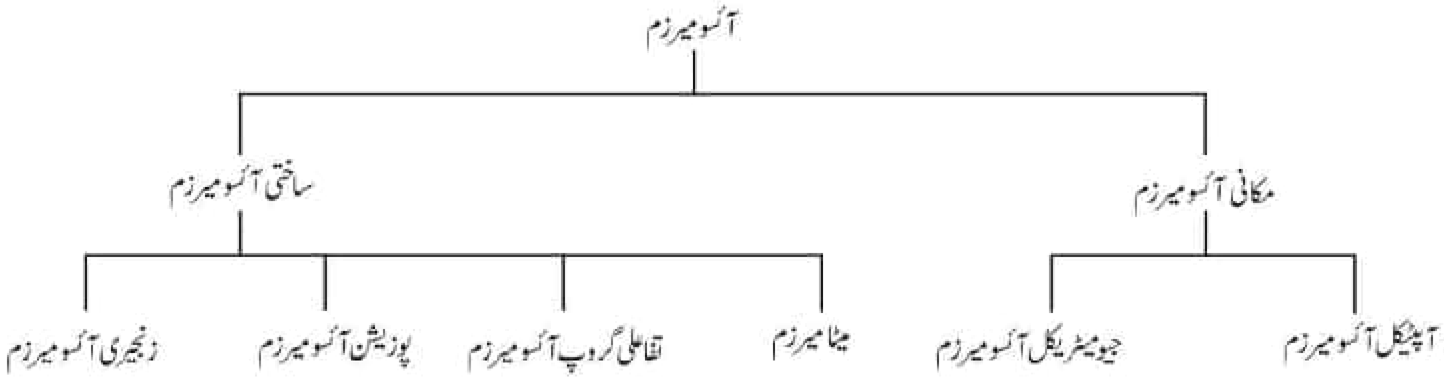
12.6.2 مکانی آئسومیرزم (Stereoisomerism)

ایسے مرکبات جن کی ترکیب (Constitution) یکساں ہوتی ہے اور شریک گرفت بند کا تسلسل (Sequence) بھی یکساں ہوتا ہے لیکن وہ اسپیس میں اپنے ایٹوں یا گروپوں کے نسبتی مقام کے لحاظ سے مختلف ہوتے ہیں، اسٹیریو آئسومر کہلاتے ہیں۔ آئسومیرزم کی یہ مخصوص قسم اسٹیریو آئسومیرزم کہلاتی ہے، جسے جیومیٹریکل اور آپٹکل آئسومیرزم میں درجہ بند کیا جاسکتا ہے۔

12.7 نامیاتی تعامل کے میکانزم کے بنیادی تصورات (Fundamental Concepts In Organic Reaction Mechanism)

ایک نامیاتی تعامل میں، نامیاتی سالمہ (جسے Substrate بھی کہتے ہیں) ایک مناسب حملہ آور ریجنٹ (Reagent) سے تعامل کرتا ہے اور ایک یا ایک سے زیادہ ضمنی اور حتمی ماحصلات تشکیل دیتا ہے۔

عمومی تعامل مندرجہ ذیل شکل میں دکھایا جاسکتا ہے۔



نامیاتی سالمہ (Substrate) —حملہ آور ریجنٹ→ (انٹرمیڈیٹ) ← ماحصل
↓ ضمنی ماحصل

Substrate وہ متعامل (Reactant) ہے جو نئے بند کو کاربن مہیا کرتا ہے اور دوسرے متعامل کو ریجنٹ کہتے ہیں۔ اگر دونوں متعاملات کاربن مہیا کرتے ہیں تو انتخاب بے قاعدہ (Arbitrary) ہے اور اس صورت میں جس سالمہ پر ہماری توجہ مرکوز ہے وہ Substrate کہلاتا ہے۔

ایسے تعامل میں، دو کاربن ایٹموں کے درمیان یا ایک کاربن اور کسی اور ایٹم کا درمیانی، شریک گرفت بند ٹوٹتا ہے اور نیا بند تشکیل پاتا ہے۔ ہر ایک قدم کا سلسلہ وار بیان، جن میں الیکٹران کی حرکت، بند شکستگی **(Bond Clevage)** اور بند کی تشکیل **(Bond Formation)** کے دوران توانیات **(Energetics)** اور متعاملات کے ماحصلات میں تبدیل ہونے کی شرح **(Kinetics)** کی تفصیل شامل ہو تعامل میکانزم **(Reaction Mechanism)** کہلاتا ہے۔ تعامل میکانزم کی معلومات، نامیاتی مرکبات کی متعاملیت کو سمجھنے اور ان کی تالیف کے لیے حکمتِ عملی تیار کرنے میں مددگار ہوتی ہے۔

مندرجہ ذیل سیکشنوں میں ہم کچھ ایسے اصول سیکھیں گے جو یہ وضاحت کرتے ہیں کہ یہ تعامل کیسے ہوتے ہیں۔

12.7.1 شریک گرفت بند کا انشقاق (Fission of a Covalent Bond)

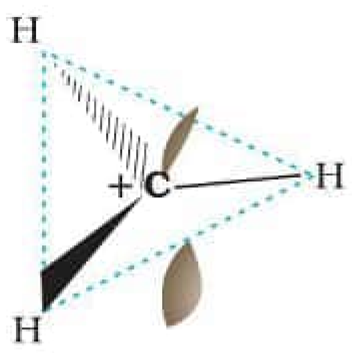
ایک شریک گرفت بند شکستہ ہوسکتا ہے یا تو (i) ہیٹرولائٹک شکستگی کے ذریعے یا (ii) ہومولائٹک شکستگی کے ذریعے۔

ہیٹرولائٹک شکستگی (Heterolytic Cleavage) میں، بند اس طرح ٹوٹتا ہے کہ الیکٹرانوں کا ساجھے کا (Shared) جوڑا ایک ہی جز (Fragment) کے ساتھ رہتا ہے۔

ہیٹرولسس (Heterolysis) کے بعد ایک ایٹم کی Sextet الیکٹرانی ساخت ہوتی ہے اور اس پر مثبت برقی چارج ہوتا ہے۔ جبکہ دوسرا گرفت آکٹیٹ (Valence Octet) ہوتا ہے اور اس میں کم از کم ایک اکیلا جوڑا اور منفی برقی چارج ہوتا ہے۔ اس لیے Bromomethane کی ہیٹرولائٹک شکستگی سے $\overset{+}{C}H_3$ اور Br^- حاصل ہوں گے، جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے:

$$H_3C - Br \rightarrow H_3\overset{+}{C} + Br^-$$

ایک نوع (Species) جس میں ایک کاربن ایٹم الیکٹران کا Sextet رکھتا ہے اور اس پر مثبت چارج ہوتا ہے، کاربوکیٹ آین (Carbocation) کہلاتا ہے، جسے پہلے کاربونیم آین (Carbonium Ion) کہا جاتا تھا۔ $\overset{+}{C}H_3$، میتھائل کیٹ آین (Methyl Cation) یا میتھائل کاربونیم آین (Methyl Carbonium Ion) کہلاتا ہے۔ کاربوکیٹ آینوں کی درجہ بندی ابتدائی (Primary)، ثانوی (Secondary) اور ثلاثی (Tertiary) کے تحت کی جاتی ہے جو اس بات پر منحصر ہے کہ مثبت چارج شدہ کاربن سے براہِ راست منسلک کاربن 1، 2 یا 3 ہیں۔ کاربوکیٹ آینوں کی کچھ اور مثالیں ہیں: $CH_3\overset{+}{C}H_2$ (Ethyl Cation، ایک ابتدائی کاربوکیٹ آین)، $(CH_3)_2\overset{+}{C}H$ (Isopropyl Cation، ایک ثانوی کاربوکیٹ آین) اور $(CH_3)_3\overset{+}{C}$ (Tertbutyl Cation، ایک ثلاثی کاربوکیٹ آین)۔ کاربوکیٹ آین بہت زیادہ غیر متحکم ہوتے ہیں اور تعامل پذیر انواع ہیں۔ مثبت چارج والے کاربن سے براہ راست منسلک الکائل گروپ کاربوکیٹ آینوں کو استحکام دیتے ہیں۔ اس کی وجہ امالی (Inductive) اور بیش جفتگی (Hyperconjugation) اثرات ہیں، جو آپ سیکشن 12.7.5 اور 12.7.9 میں پڑھیں گے۔ کاربوکیٹ آینوں کے استحکام کی مشاہدہ کی گئی ترتیب ہے: $\overset{+}{C}H_3 < CH_3\overset{+}{C}H_2 < (CH_3)_2\overset{+}{C}H < (CH_3)_3\overset{+}{C}$ ان کاربوکیٹ آینوں کی شکل ٹرائی گونل پلینر ہوتی ہے اور مثبت چارج شدہ کاربن sp^2 مخلوط شدہ ہوتا ہے۔ اس لیے CH_3 کی شکل کو سمجھا جاسکتا ہے کہ یہ تین مساوی $C(sp^2)$ مخلوط شدہ اربٹل کے ہائڈروجن ایٹموں میں سے ہر ایک کے 1s اربٹل کے ساتھ منطبق (Overlap) ہونے کے نتیجے میں حاصل ہونے والی شکل ہے۔ ہر ایک بند کو $C(sp^2)-H\ (1s)$ سگما بانڈ کے طور پر



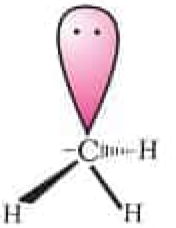
شکل 12.3(a) میتھائل کاربوکیٹ آئن کی شکل

ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ باقی بچا ہوا کاربن اربٹل سالماتی مستوی پر عمود ہوتا ہے اور اس میں کوئی الیکٹران نہیں ہوتا (شکل 12.3(a))۔

ہیٹرولائٹک شگافتگی سے ایک ایسی نوع بھی حاصل ہوسکتی ہے، جس میں کارب کو الیکٹرونوں کا ساجھے کا جوڑا ملتا ہے۔ مثال کے طور پر جب کاربن سے منسلک گروپ Z الیکٹران جوڑے کے بغیر الگ ہوتا ہے، تو میتھائل این آین (Methylanion H_3C^-) تشکیل پاتا ہے:

$$CH_3-Z \longrightarrow H_3C\colon^- + Z^+$$

ایسی کاربن انواع، جن کے کاربن ایٹم پر منفی چارج ہوتا ہے، کارب این آین (Carbanions) کہلاتی ہیں۔ کارب این آئن میں کاربن کی مخلوطیت Sp3 ہوتی ہے اور اس کی شکل مسخ ٹیٹرا ہیڈرون جیسی ہوتی ہے جیسا کہ شکل 12.3(b) میں دکھائی گئی ہے۔



شکل 12.3(b) میتھائل کارب این آئی کی شکل

کارب این آین بھی غیر مستحکم اور تعامل پذیر انواع ہیں۔ ایسے نامیاتی تعاملات ہیٹرولائٹک بند شگافتگی کے ذریعے انجام پاتے ہیں، آینی (Ionic) یا ہیٹروپولر (Heteropolar) یا صرف قطبی (Polar) تعاملات کہلاتے ہیں۔

ہومولائٹک شگافتگی (Homlytic cleavage) میں شریک گرفت بند میں ساجھے کے جوڑے کا ایک ایک الیکٹران ہر ایک بندش شدہ ایٹم پر جاتا ہے۔ اس لیے ہومولائٹک شگافتگی میں الیکٹرون جوڑے کے بجائے واحد الیکٹران حرکت کرتا ہے۔ واحد الیکٹران کی حرکت ''آدھے سر والے خمیدہ تیر'' (مچھلی کا کانٹا ⌒) کے ذریعے ظاہر کی جاتی ہے۔ ایسی شگافتگی کے نتیجے میں تعدیلی انواع تشکیل پاتی ہیں (ایٹم یا گروپ) جن میں ایک بغیر جوڑے کا الیکٹران ہوتا ہے۔ یہ انواع آزاد ریڈیکل (Free Radical) کہلاتی ہیں۔ کاربوکیٹ آینوں اور کاربواین آینوں کی طرح آزاد ریڈیکل بھی بہت زیادہ تعامل پذیر ہوتے ہیں۔ ایک ہومولائٹک شگافتگی کو مندرجہ ذیل طریقے سے دکھایا جاسکتا ہے:

$$R-X \xrightarrow{\text{حرارت یا روشنی}} \dot{R} + \dot{X}$$

الکائل آزاد ریڈیکل

الکائل ریڈیکل کی درجہ بندی ابتدائی، ثانوی اور ثلاثی ریڈیکل کے تحت جاتی ہے۔ الکائل ریڈیکل کا استحکام، جیسے جیسے ہم ابتدائی سے ثلاثہ کی طرف جاتے ہیں، بڑھتا جاتا ہے۔

$$\dot{C}H_3 < \dot{C}H_2CH_3 < \dot{C}H(CH_3)_2 < \dot{C}(CH_3)_3$$

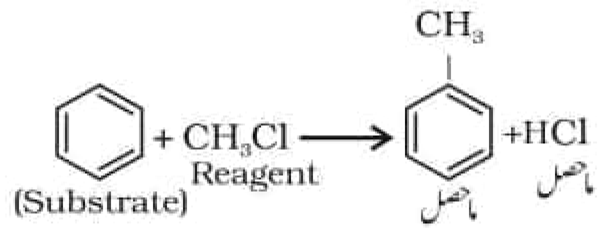
میتھائل آزاد ریڈیکل، ایتھائل آزاد ریڈیکل، آئسو پروپائل آزاد ریڈیکل، ٹرٹ-بیوٹائل آزاد ریڈیکل

ایسے نامیاتی تعاملات جو ہومولائٹک انشقاق کے ذریعے ہوتے ہیں، آزاد ریڈیکل یا ہم قطبی یا غیر قطبی تعاملات کہلاتے ہیں۔

12.7.2 سبسٹریٹ (Substrate) اور ریجینٹ (Reagent)

نامیاتی مرکبات کے تعامل کے دوران، عام طور پر، آئن نہیں بنتے: سالمات خود تعامل میں شرکت کرتے ہیں۔ آسانی کے لیے ایک متعامل کو (Substrate) اور دوسرے کو (Reagent) کا نام دیا ہے۔ عام طور پر جس سالمے کا کاربن نئی بندش (Bond) بنانے میں شامل ہوگا وہ Substrate کہلاتا ہے اور دوسرا Reagent جب کاربن۔کاربن بند (Carbon-carbon bond) بنتا ہے تو متعاملوں میں صوابدیدی (Arbitrary) کے تحت Substrate اور Reagent کا نام دیا جاتا ہے اور یہ اس پر منحصر ہے کہ کس سالمے کا مشاہدہ کیا جارہا ہے۔ مثال:

$$\underset{\text{(Substrate)}}{CH_2{=}CH_2} + \underset{\text{(Reagent)}}{Br_2} \longrightarrow \underset{\text{(Product) حاصل}}{CH_2{=}Br{-}CH_2Br}$$



نیوکلیوفائل اور الیکٹروفائل
(Nucleophiles and Electrophiles)

Reagent، Substrate کی عمل دار جگہ پر حملہ کرتا ہے۔ عمل دار جگہ (Reactive site) سالمے کی الیکٹران کی کمی والا حصہ ہوسکتا ہے (مثبت عمل دار جگہ) مثلاً ایٹم کی نامکمل الیکٹرانی مدار یا سالمے کے ڈائی پول کا مثبت سرا۔ اگر حملہ ور اسپیشی میں الیکٹران بہت زیادہ ہوں تو وہ ان جگہوں پر حملہ کرتے ہیں۔ اگر حملہ ور اسپیشی میں الیکٹران کم ہوں تو Substrate سالمے

کا وہ حصہ جو الیکٹران فراہم کرسکتا ہو عمل دار جگہ کہلائے گا مثلاً دوہرے بند (Double bond) کے پائی (N) الیکٹران۔

وہ ریجنٹ (Reagent) جو ایک الیکٹران جوڑا عمل دار جگہ پر فراہم کرتا ہے، **نیوکلیوفائل** (Nucleophile, Nü) یعنی کہ نیوکلیس مائل (Nucleus Seeking) کہلاتا ہے اور ایسا تعامل **نیوکلیوفِلِک** (Nucleophilic) کہلاتا ہے۔ وہ ریجنٹ (Reagant) جو ایک الیکٹران جوڑا عمل دار جگہ لے جاتا ہے **الیکٹروفائل** ($Electrophile, E^+$) یعنی کہ الیکٹران مائل (Electron Seeking) کہلاتا ہے یہ تعامل **الیکٹروفِلِک** (Electrophilic) کہلاتا ہے۔

ایک قطبی نامیاتی تعامل کے دوران، ایک نیوکلیوفائل، Substrate کے الیکٹروفِلک مرکز پر حملہ آور ہوتا ہے۔ اسی طرح الیکٹروفائل، نیوکلیوفِلِک مرکز پر حملہ کرتے ہیں، جو کہ الیکٹرانوں کی فراوانی والے Substrate کا مرکز ہے۔ اس طرح، الیکٹروفائل Substrate سے، اس وقت الیکٹران حاصل کرتے ہیں۔ جب دونوں میں بندش باہمی عمل ہوتا ہے۔ Substrate سے الیکٹروفائل پر ایک الیکٹران جوڑے کی حرکت دکھانے کے لیے خمیدہ تیر کی علامت استعمال کی جاتی ہے۔ نیوکلیوفائل کی کچھ مثالیں منفی چارج شدہ وہ آین ہیں جن میں الیکٹرانوں کا واحد جوڑا ہوتا ہے، جیسے ہائڈروآکسائڈ (HO^-)، سائنائڈ (NC^-) آین اور کارب این آین ($R_3C:^-$) تعدیلی سالمات جیسے، $H_2\ddot{O}:$ ، $R_3N:$ ، $R_2\ddot{N}H$ وغیرہ میں بھی کیونکہ الیکٹرانوں کا واحد جوڑا ہوتا ہے، اس لیے یہ بھی نیوکلیوفائل کی طرح عمل کرسکتے ہیں۔ الیکٹروفائل کی مثالوں میں کاربوکیٹ آین ($\overset{+}{C}H_3$) اور ایسے تعدیلی سالمات شامل ہیں جن میں کاربونائل گروپ ($>C = O$) یا الکائل ہیلائڈ ($R_3C - X$، جہاں X ایک ہیلوجن ایٹم ہے) جیسے تفاعلی گروپ ہوتے ہیں۔ کاربوکیٹ آینوں میں کاربن ایٹم کا ششتنیہ تشکل (Sextet Configuration) ہوتا ہے، اس لیے اس میں الیکٹرانوں کی کمی ہوتی ہے اور یہ نیوکلیوفائل سے الیکٹرانوں کا ایک جوڑا حاصل کرسکتا ہے۔ تعدیلی سالمات جیسے الکائل ہیلائڈ، میں C – X بند کی قطبیت کی وجہ سے کاربن ایٹم پر ایک جزوی مثبت چارج (Partial Positive Charge) پیدا ہو جاتا ہے اور اس لیے کاربن ایٹم ایک ایسا الیکٹروفِلِک مرکز بن جاتا ہے، جس پر نیوکلیوفائل حملہ کرسکتا ہے۔

مسئلہ 12.11

خمیدہ تیر کے نشان کا طریقہ استعمال کرتے ہوئے متعامل انٹرمیڈیٹ کی تشکیل کو دکھایئے جب مندرجہ ذیل شریک گرفت بند کی ہیٹرولائٹک شکستگی ہوتی ہے۔

(a) $CH_3–SCH_3$, (b) $CH_3–CN$, (c) $CH_3–Cu$

حل

(a) $CH_3 - SCH_3 \longrightarrow \overset{+}{C}H_3 + \overset{-}{S}CH_3$

(b) $CH_3 - CN \longrightarrow \overset{+}{C}H_3 + \overset{-}{C}N$

(c) $CH_3 - Cu \longrightarrow \overset{-}{C}H_3 + \overset{+}{C}u$

مسئلہ 12.12

دلائل پیش کرتے ہوئے، مندرجہ ذیل سالمات/ آینوں کی نیوکلیوفائل یا الیکٹروفائل کے تحت درجہ بندی کیجیے۔

HS^-, BF_3, $C_2H_5O^-$, $(CH_3)_3N:$,
$\overset{+}{C}l$, $CH_3-\overset{+}{C}=O$, $H_2N:^-$, $\overset{+}{N}O_2$

حل

نیو کلیو فائل: $HS^-, C_2H_5O^-, (CH_3)_3N:, H_2N:^-$
ان انواع میں الیکٹرانوں کا بغیر ساجھے کا جوڑا ہوتا ہے جو ایک الیکٹروفائل کو دیا جاسکتا ہے اور اس کے ساتھ اس جوڑے میں شرکت کی جاسکتی ہے۔

الیکٹرو فائل: $BF_3, \overset{+}{C}l, CH_3-\overset{+}{C}=O, \overset{+}{N}O_2$
تعامل پذیر مقامات (Reactive site) پر صرف چھ گرفت الیکٹران ہوتے ہیں اور یہ نیوکلیوفائل سے ایک الیکٹران کا جوڑا لے سکتے ہیں۔

مسئلہ 12.13

مندرجہ ذیل میں الیکٹروفِلِک مرکز کی شناخت کیجیے:
CH_3I، CH_3CN، $CH_3CH = O$

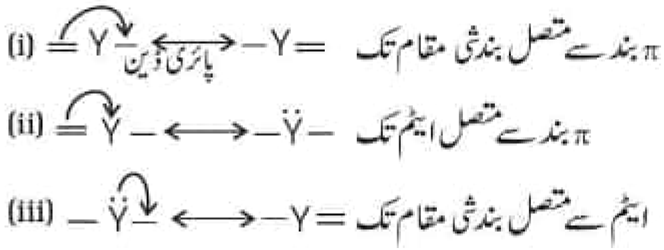
حل

$H_3\overset{*}{C}-I$ اور $H_3C\overset{*}{C}\equiv N$ ، $CH_3H\overset{*}{C}=O$ میں ساجھے کا کاربن ایٹم، الیکٹروفِلِک مراکز ہیں کیونکہ ان پر بند کی قطبیت کی وجہ سے جزوی مثبت چارج ہوگا۔

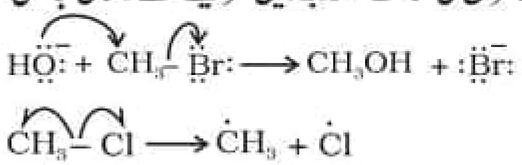
12.7.3 نامیاتی تعاملات میں الیکٹران حرکت (Electron Movement in Organic Reactions)

نامیاتی تعاملات میں الیکٹرانوں کی حرکت خمیدہ- تیر کے نشان سے دکھائی جاسکتی ہے۔ یہ نشان دکھاتا ہے کہ تعامل کے دوران الیکٹرانوں کی دوبارہ تقسیم سے بند میں کیسے تبدیلی ہوتی ہے۔ الیکٹرانوں کے ایک جوڑے کے مقام کی تبدیلی دکھانے کے خمیدہ تیر اس نقطہ سے شروع ہوتا ہے جہاں سے ایک الیکٹران جوڑے کی منتقلی ہوتی ہے اور اس کا سرا اس مقام پر ہوتا ہے جہاں تک الیکٹران جوڑا حرکت کرسکتا ہے۔

الیکٹران کے جوڑے کی منتقلی کو ذیل میں دکھایا گیا ہے۔



اکیلے الیکٹران کی حرکت آدھے سر والے خمیدہ تیروں سے دکھائی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر ہائڈروآکسائڈ آین کی منتقلی میں ایتھانول حاصل ہوتا ہے اور کلورو میتھین کے افتراق میں خمیدہ تیر استعمال کرتے ہوئے الیکٹران کی حرکت مندرجہ ذیل طریقے سے دکھائی جاسکتی ہے:



12.7.4 شریک گرفت بند میں الیکٹران ہٹاؤ اثرات (Electron Displacement Effects in Covalent Bonds)

ایک نامیاتی سالمہ میں الیکٹران کا ہٹاؤ یا تو گراؤنڈ اسٹیٹ (Ground State) میں ایک ایٹم یا ایک قائم مقام گروپ کے زیر اثر یا ایک مناسب حملہ آور ریجنٹ کی موجودگی کی وجہ سے ہوسکتا ہے۔ سالمہ میں موجود ایٹم یا قائم مقام گروپ کے زیر اثر ہونے والے الیکٹران کا ہٹاؤ بند میں مستقل قطبیت پیدا کرسکتا ہے۔ امالی اثر اور گمک اثر اس قسم کے الیکٹران ہٹاؤ کی مثالیں ہیں۔ عارضی الیکٹران ہٹاؤ اثر کسی سالمہ میں اس وقت دکھائی دیتے ہیں جب ایک ریجنٹ اس پر حملہ کرنے کے نزدیک ہوتا ہے۔ اس قسم کا الیکٹران ہٹاؤ، الیکٹرومیرک (Electromeric) اثر یا تقطیب پذیری (Polarisability) اثر کہلاتا ہے۔ مندرجہ ذیل سیکشنوں میں ہم الیکٹرانی ہٹاؤ کی ان قسموں کے بارے میں سیکھیں گے۔

12.7.5 امالی اثر (Inductive Effect)

جب مختلف برقی منفیت (Electronegativity) والے ایٹموں کے مابین شریک گرفت بند تشکیل پاتا ہے تو الیکٹران کثافت (Electron Density) بند کے زیادہ برقی منفی ایٹم کی طرف زیادہ ہوتی ہے۔ الیکٹران کثافت کی اس منتقلی سے ایک قطبی شریک گرفت بند بنتا ہے۔ بند قطبیت کی وجہ سے نامیاتی مرکبات میں کئی مختلف الیکٹرانی اثرات پیدا ہوتے ہیں۔

آیئے Cholorethane (CH_3CH_2Cl) کو دیکھیں، جس میں C – Cl بند ایک قطبی شریک گرفت بند ہے۔ اس کی تقطیب اس طرح ہوتی ہے کہ کاربن-1 کچھ مثبت چارج (δ^+) حاصل کر لیتا ہے اور کلورین کچھ منفی چارج (δ^-)۔ ایک قطبی شریک گرفت بند میں دو ایٹموں پر کسری (Fractional) الیکٹرانی چارجوں کو علامت δ (ڈیلٹا) سے ظاہر کیا جاتا ہے اور الیکٹران کثافت کی منتقلی کو ایک تیر کے ذریعے جو قطبی بند کے δ^+ سرے سے δ^- سرے کی سمت میں ہوتا ہے۔

$$\overset{\delta\delta^+}{\underset{2}{CH_3}} \longrightarrow \overset{\delta^+}{\underset{1}{CH_2}} \longrightarrow \overset{\delta^-}{Cl}$$

اس کے بعد، کاربن-1، جس پر جزوی مثبت چارج (δ^+) پیدا ہو گیا ہے، متصل C – C بند سے کچھ الیکٹران کثافت اپنی طرف کھینچتا ہے۔ نتیجتاً کاربن 2 پر بھی کچھ مثبت چارج ($\delta\delta^+$) پیدا ہو جاتا ہے۔ جہاں $\delta\delta^+$ علامت ظاہر کرتی ہے کہ کاربن-1 کے مقابلے میں یہ چارج نسبتاً چھوٹا مثبت چارج ہے۔ دوسرے الفاظ میں قطبی C – Cl بند متصل بند میں قطبیت کی امالیت کرتا ہے۔ σ-بند کی ایسی تقطیب (Polarisation) جو متصل σ-بند کی تقطیب کی وجہ سے ہوتی ہے، امالی اثر کہلاتی ہے۔ یہ اثر اس کے بعد کے بند تک بھی پہنچتا ہے، لیکن جیسے جیسے درمیانی بند کی تعداد بڑھتی جاتی ہے یہ تیزی سے کم ہوتا جاتا ہے اور تین بند کے بعد نا قابل لحاظ حد تک کم ہو جاتا ہے۔ امالی اثر قائم مقام (ایٹم/ گروپ/ گروپوں) کی منسلک کاربن ایٹم سے الیکٹران ہٹانے یا اسے الیکٹران دینے کی صلاحیت

سے تعلق رکھتا ہے۔ اس صلاحیت کے مطابق، قائم مقام (ایٹم/گروپ) کی درجہ بندی ہائڈروجن کی مناسبت سے الیکٹران نکالنے والے یا الیکٹران معطی گروپ کے طور پر کی جاسکتی ہے۔ ہیلوجن اور بہت سے دوسرے گروپ، جیسے نائٹرو ($-NO_2$)، سائنو ($-CN$)، کاربوکسی ($-COOH$)، ایسٹر ($-COOR$)، ایری لوکسی (Aryloxy $-OAr$)، مثلاً ($-OC_6H_5$) وغیرہ الیکٹران نکالنے والے گروپ ہیں۔ دوسری طرف الکائل (Alkyl) گروپ، جیسے میتھائل (Methyl, $-CH_3$) اور ایتھائل (Ethyl, $-CH_2-CH_3$) کو عام طور سے الیکٹران معطی گروپ سمجھا جاتا ہے۔

مسئلہ 12.14

مندرجہ ذیل سالمات کے جوڑوں میں کون سا بند زیادہ قطبی ہے:

(a) H_3C-H, H_3C-Br

(b) H_3C-NH_2, H_3C-OH

(c) H_3C-OH, H_3C-SH

حل

(a) C–Br، کیونکہ Br کی برقی منفیت H کے مقابلے زیادہ ہے۔

(b) C – O، (c) C – O

مسئلہ 12.15

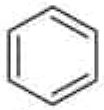
$CH_3CH_2CH_2Br$ کے کس C – C بند میں امالی اثر کے سب سے کم ہونے کی امید ہے؟

حل

امالی اثر کی عددی قدر درمیانی بند کی تعداد کے بڑھنے کے ساتھ کم ہوتی جاتی ہے۔ اس لیے یہ اثر کاربن -3 اور ہائڈروجن کے درمیان کے بند میں سب سے کم ہوگا۔

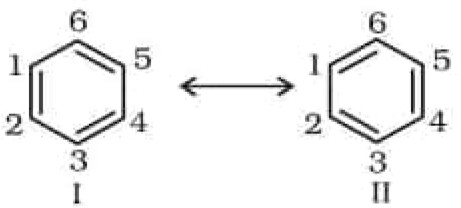
12.7.6 گمک ساخت (Resonance Structure)

کئی ایسے نامیاتی سالمات ہیں جن کی ساخت کی وضاحت واحد لیوس ساخت (Lewis Structure) کے ذریعے نہیں کی جاسکتی۔ اس کی ایک مثال بینزین ہے۔ اس کی سائیکلک ساخت جس میں متبادل، C – C اکہرے اور C = C دوہرے بند ہوتے ہیں (جیسا کہ دکھایا گیا ہے)، اس کی مخصوص خاصیتوں کی وضاحت کرنے کے لیے ناکافی ہے۔



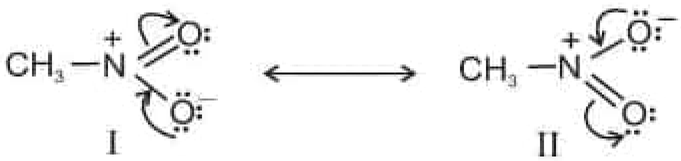
Benzene

اوپر دیے ہوئے اظہار کے مطابق، بینزین میں دو مختلف بندشی لمبائیاں ہونی چاہئیں، ایک C – C اکہرے بند کی وجہ سے اور ایک C= C دوہرے بند کی وجہ سے لیکن جیسا کہ تجربے سے معلوم ہوا ہے بینزین میں یکساں C – C بندشی فاصلے، 139 pm، ہوتے ہیں جو کہ C – C اکہرے بند (154 pm) اور C = C دوہرے بند (134 pm) کی درمیانی قدر ہے۔ اس لیے بینزین کی ساخت مندرجہ بالا ساخت کے ذریعے مناسب طور پر نہیں دکھائی جاسکتی۔ مزید، بینزین کو توانائی کے اعتبار سے متماثل ساختوں I اور II کے ذریعے مساوی طور پر بخوبی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔



اس لیے گمک نظریہ کے مطابق (اکائی 4)، بینزین کی حقیقی ساخت ان میں سے کسی بھی ساخت کے ذریعے مکمل طور پر ظاہر نہیں کی جاسکتی، کیونکہ اصل ساخت ان دونوں ساختوں (I اور II) کی مخلوط شدہ ساخت ہے جو گمک ساخت کہلاتی ہے۔ **گمک ساختیں متند ساختیں (Canonical Structures) یا ممد ساختیں (Contributing) معروضی (Hypothetical) ہیں اور انفرادی طور پر کسی حقیقی سالمہ کو** ظاہر نہیں کرتیں۔ یہ اپنے استحکام کے تناسب (Proportion) کے لحاظ سے حقیقی ساخت میں حصہ لیتی ہیں۔

گمک کی دوسری مثال نائٹرومیتھین (Nitromethane, CH_3NO_2) مہیا کرتا ہے، جسے دو لیوس ساختوں (I اور II) کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ان ساختوں میں N – O بند کی دو قسمیں ہوتی ہیں:



لیکن یہ معلوم ہے کہ **Nitromathane** کے دونوں **N – O** بند یکساں

لمبائی کے ہوتے ہیں (جو N - O اکہرے بند کی لمبائی اور N = O دوہرے بند کی لمبائی کی درمیانی لمبائی ہوتی ہے)۔ اس لیے Nitromethane کی حقیقی ساخت، دونوں مستند ساختوں I اور II کی گمک مخلوط ہے۔

سالمہ کی حقیقی ساخت کی توانائی (گمک مخلوط) دونوں میں سے کسی بھی مستند ساخت کی توانائی سے کم ہوتی ہے۔ حقیقی ساخت کی توانائی اور کم ترین توانائی گمک ساخت کی توانائی میں فرق، گمک استحکام توانائی (Resonance Stabilisation Energy) یا صرف گمک توانائی کہلاتا ہے۔ حصّہ لینے والی اہم ساختوں کی تعداد جتنی زیادہ ہوگی، گمک توانائی بھی اتنی زیادہ ہوگی۔ گمک خاص طور پر اس وقت اہم ہو جاتی ہے، جب حصّہ لینے والی ساختیں توانائی کے اعتبار سے مساوی ہوتی ہیں۔

گمک ساختوں کو لکھتے وقت مندرجہ ذیل قاعدوں کا اطلاق ہوتا ہے:

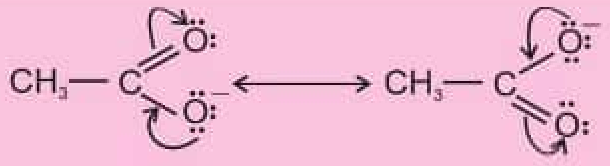
گمک ساختوں میں (i) نیوکلیس کے مقام یکساں ہوتے ہیں (ii) بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی تعداد یکساں ہوتی ہے۔ گمک ساختوں میں سے وہ ساخت زیادہ مستحکم ہوتی ہے جس میں شریک گرفت بند کی تعداد زیادہ ہوتی ہے، سبھی ایٹموں میں الیکٹرانوں کا آکٹیٹ (Octet) ہوتا ہے (سوائے ہائڈروجن کے جس میں ڈپلیٹ ہوتا ہے) مخالف چارجوں (زیادہ برقی منفی ایٹم پر منفی چارج اگر کوئی ہے اور زیادہ برقی مثبت ایٹم پر مثبت چارج اگر کوئی ہے) کا فاصلہ کم ہوتا ہے اور جس میں چارج کا انتشار (Dispersal) زیادہ ہوتا ہے۔

مسئلہ 12.16

CH_3COO^- کی گمک ساخت لکھیے اور تیر کے ذریعے الیکٹرانوں کی حرکت دکھائیے۔

حل

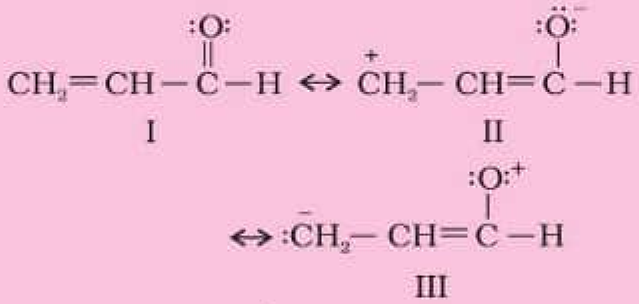
سب سے پہلے، ساخت لکھیے اور مناسب ایٹموں پر بغیر ساجھے کے گرفت الیکٹرانوں کے جوڑے دکھائیے۔ پھر ایک وقت میں ایک الیکٹران کی حرکت دکھانے کے لیے تیر کھینچیے، جس سے آپ کو دوسری ساختیں حاصل ہوں گی۔



مسئلہ 12.17

$CH_2 = CH - CHO$ کی گمک ساختیں لکھیے۔ حصّے لینے والی ساختوں کے نسبتی استحکام کی نشاندہی کیجیے۔

حل

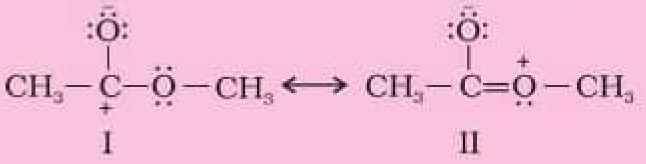


استحکام: I > II > III

[I: سب سے زیادہ مستحکم، شریک گرفت بند کی زیادہ تعداد، ہر ایک کاربن اور آکسیجن ایٹم میں ایک آکٹیٹ ہے اور مخالف چارجوں کے درمیان کوئی فاصلہ نہیں۔ II: زیادہ برقی منفی ایٹم پر منفی چارج اور زیادہ برقی مثبت ایٹم پر مثبت چارج III: حصّہ نہیں لیتا، کیونکہ آکسیجن پر مثبت چارج ہے اور کاربن پر منفی چارج ہے۔ اس لیے سب سے کم مستحکم ہے۔

مسئلہ 12.18

وضاحت کیجیے کہ مندرجہ ذیل دونوں ساختیں، I اور II کیوں CH_3COOCH_3 کی حقیقی ساخت میں اہم حصّہ لینے والی ساختیں نہیں ہوسکتیں:



حل

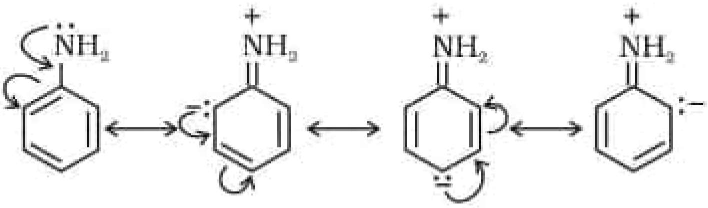
دونوں ساختیں کم اہم ہیں، کیونکہ ان میں چارجوں کے درمیان فاصلہ شامل ہے۔ مزید یہ کہ ساخت I میں ایک کاربن ایٹم ایسا ہے جس کا آکٹیٹ غیر مکمل ہے۔

12.7.7 گمک اثر (Resonance Effect)

گمک اثر کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ وہ قطبیت ہے جو سالمہ میں دو π-بند کے باہم عمل یا ایک π-بند اور متصل ایٹم میں موجود الیکٹرانوں کے واحد جوڑے کے مابین باہم عمل سے پیدا ہوتی ہے۔ اثر کی ترسیل زنجیر کے ذریعے ہوتی ہے۔ دو قسم کی گمک یا میزومیرک اثرات ہیں جنہیں R یا M اثر سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

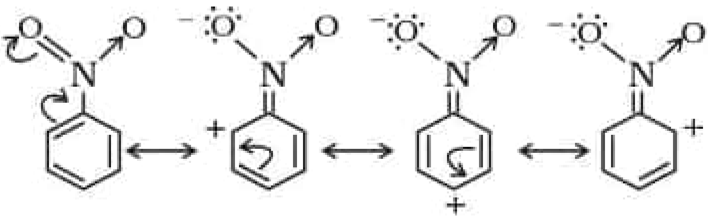
(i) مثبت گمک اثر (+R اثر) [Positive Resonance Effect (+R effect)]

اس اثر میں الیکٹرانوں کی منتقلی ایک ایٹم یا جفتی نظام سے منسلک قائم مقام گروپ سے دور ہوتی ہے۔ اس الیکٹران ہٹاؤ سے سالمہ میں کچھ خاص مقامات زیادہ الیکٹران کثافت والے مقامات ہو جاتے ہیں۔ اینیلین میں اس اثر کو ایسے دکھایا جاسکتا ہے:



(ii) منفی گمک اثر (–R اثر) [Negative Resonance Effect (- R effect)]

یہ اثر اس وقت نظر آتا ہے جب الیکٹرانوں کی منتقلی ایک ایٹم یا جفتی نظام سے منسلک قائم مقام گروپ کی طرف ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر نائٹروبینزین میں یہ الیکٹران ہٹاؤ ایسے دکھایا جاسکتا ہے:



وہ ایٹم اور قائم مقام گروپ جو +R اور –R الیکٹران ہٹاؤ اثرات دکھاتے ہیں، مندرجہ ذیل ہیں:

+R اثر: ہیلوجن، –OH، –OR، –OCOR، $-NH_2$، –NHR، $-NR_2$، –NHCOR

–R اثر: –COOH، –CHO، >C=O، –CN، $-NO_2$

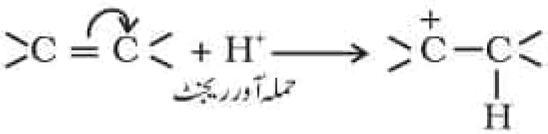
ایک کھلی زنجیر یا سائیکلک نظام میں متبادل اکہرے اور دہرے بند کی موجودگی جفتی نظام کہلاتی ہے۔ یہ نظام اکثر غیر طبیعی (Abnormal) اثرات ظاہر کرتے ہیں۔ ان کی مثالیں ہیں: 1,3- Butadiene، Aniline اور نائٹروبینزین وغیرہ۔ ان نظاموں میں π-الیکٹران کا مقام بدل جاتا ہے اور نظام میں قطبیت پیدا ہو جاتی ہے۔

12.7.8 الیکٹرومیرک اثر (E اثر)

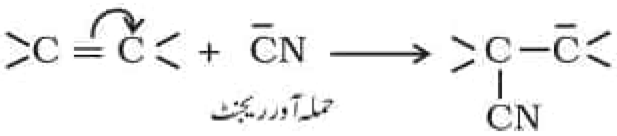
[Electromeric Effect (E effect)]

یہ ایک عارضی اثر ہے۔ جن نامیاتی مرکبات میں کثیر بند ہوتے ہیں (دہرا یا تہرا بند) وہ ایک حملہ آور ریجنٹ کی موجودگی میں ہی اثر ظاہر کرتے ہیں۔ اس کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ ایک حملہ آور ریجنٹ کی مانگ پر π-الیکٹرانوں کے ساجھے کے جوڑے کی کثیر بند سے جڑے ہوئے ایٹموں میں سے کسی ایک پر مکمل منتقلی ہے۔ حملہ آور ریجنٹ کو تعامل کے علاقے سے ہٹاتے ہی یہ اثر زائل ہو جاتا ہے۔ اسے E سے ظاہر کیا جاتا ہے اور الیکٹرانوں کی منتقلی ایک تیر (⌒) سے دکھائی جاتی ہے۔ الیکٹرومیرک اثر کی دو واضح قسمیں ہیں:

(i) مثبت الیکٹرومیرک اثر (+E اثر): اس اثر میں کثیر بند کے π-الیکٹران اس ایٹم پر منتقل ہوتے ہیں جس سے ریجنٹ منسلک ہو جاتا ہے۔ مثلاً



(ii) منفی الیکٹرومیرک اثر (–E اثر): اس اثر میں کثیر بند کے π-الیکٹران اس ایٹم پر منتقل ہوتے ہیں، جس سے ریجنٹ منسلک نہیں ہوتا۔ مثلاً



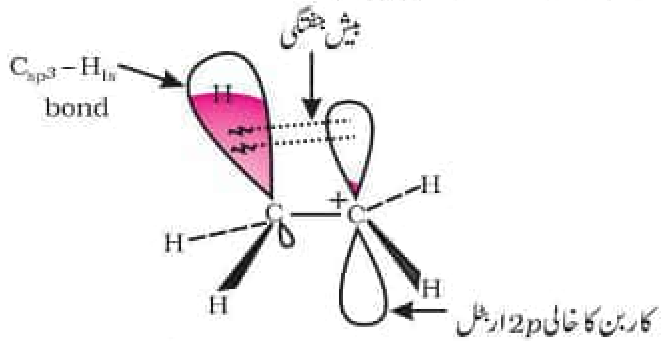
جب امالی اور الیکٹرومیرک اثرات مخالف سمتوں میں کام کرتے ہیں، تو الیکٹرومیرک اثر کو فوقیت حاصل ہوتی ہے۔

12.7.9 بیش جفتگی (Hyperconjugation)

بیش جفتگی ایک عمومی مستحکم کرنے والا باہمی عمل ہے۔ اس میں ایک غیر سیر شدہ نظام کے ایٹم سے یا بغیر ساجھے کے p اربٹل والے ایٹم سے براہ

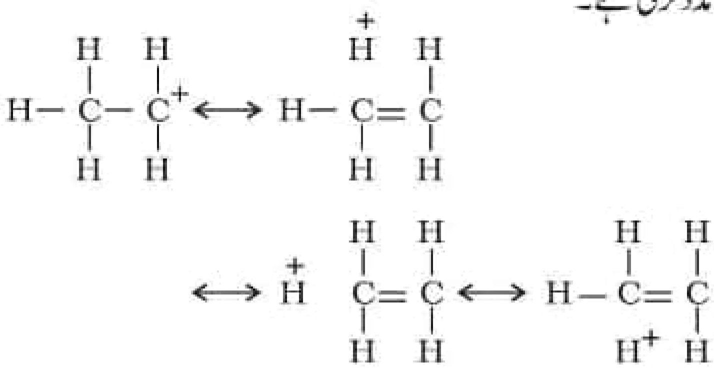
راست منسلک ایک الکائل گروپ کے H – C بند کے σ الیکٹرانوں کا تبدیلی مقام (Delocalisation) شامل ہے۔ الکائل گروپ کے H – C بند کے σ الیکٹران، غیر سیر شدہ نظام یا بغیر ساجھے کے p اربٹل کے ساتھ جزوی جفتگی میں شامل ہوتے ہیں۔ بیش جفتگی ایک مستقل اثر ہے۔

بیش جفتگی کو سمجھنے کے لیے ہم $CH_3\overset{+}{C}H_2$ (ایتھائل کیٹ آین) کی مثال لیتے ہیں، جس میں مثبت چارج شدہ کاربن میں ایک خالی p–اربٹل ہوتا ہے۔ متھائل گروپ کے H – C بند میں سے ایک بند خود کو اس خالی p اربٹل کے مستوی کی سیدھ میں لاسکتا ہے اور پھر H – C بند تشکیل دینے والے ان الیکٹران کو جو اس p–اربٹل کے ساتھ مستوی میں ہیں، خالی p–اربٹل میں ان کے مقام کو تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ جیسا کہ شکل (a) 12.4 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل **(a) 12.4** ایتھائل کیٹ آین میں بیش جفتگی کو ظاہر کرنے والا اربٹل ڈائیگرام

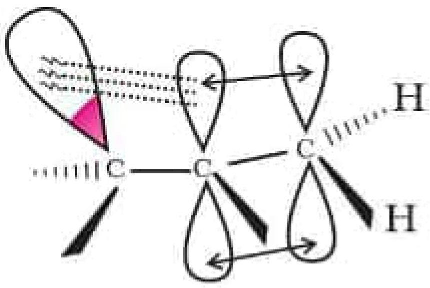
اس قسم کا انطباق (Overlap) کاربوکیٹ آینوں کو استحکام عطا کرتا ہے کیونکہ متصل σ–بند کی الیکٹران کثافت، مثبت چارج کو منتشر کرنے میں مدد کرتی ہے۔



عمومی طور پر مثبت چارج شدہ کاربن ایٹم سے منسلک الکائل گروپ کی تعداد جتنی زیادہ ہوگی کیٹ آین کا بیش جفتگی باہمی عمل اور استحکام اتنا ہی زیادہ ہوگا۔ اس طرح سے ہمیں کاربوکیٹ آینوں کا یہ نسبتی استحکام حاصل ہوتا ہے۔

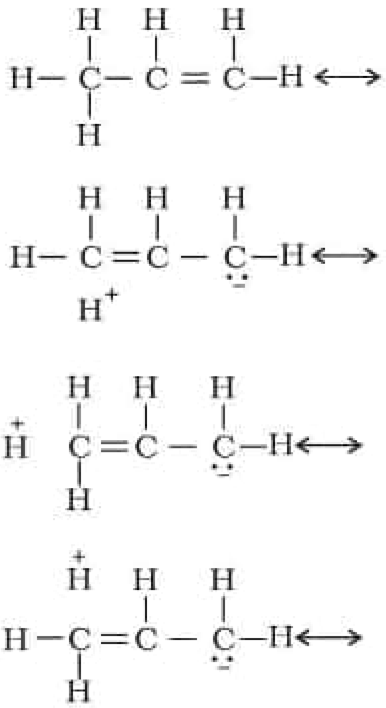
$$(CH_3)_3\overset{+}{C} > (CH_3)_2\overset{+}{C}H > CH_3\overset{+}{C}H_2 > \overset{+}{C}H_3$$

بیش جفتگی Alkenes اور Alkylarenes میں بھی ممکن ہے Alkene کی صورت میں بیش جفتگی کے ذریعے الیکٹرانوں کا اپنے مقام سے ہٹایا جانا (b) 12.4 کے ذریعے دکھایا جاسکتا ہے۔



شکل **(b) 12.4** Propene کی بیش جفتگی کو ظاہر کرنے والا اربٹل ڈائیگرام

بیش جفتگی کے اثر کو سمجھنے کے مختلف طریقے ہیں۔ ایک طریقہ یہ ہے کہ یہ سمجھا جائے کہ گمک کی وجہ سے H – C بند میں جزوی آینی صفت ہوتی ہے۔



مسئلہ 12.19

وضاحت کیجیے کہ $(CH_3)_3\overset{+}{C}$ ، $CH_3\overset{+}{C}H_2$ سے زیادہ مستحکم کیوں ہے اور $\overset{+}{C}H_3$ سب سے کم مستحکم کیٹ آین کیوں ہے؟

حل

$(CH_3)_3\overset{+}{C}$ میں پیش جفتگی باہمی عمل $CH_3\overset{+}{C}H_2$ کے مقابلے زیادہ ہے کیونکہ $(CH_3)_3\overset{+}{C}$ میں نو C – H بند ہیں۔ $\overset{+}{C}H_3$ میں خالی p اربٹل اس مستوی پر عمود ہے، جس میں C – H بند ہوتے ہیں، اس لیے اس کے ساتھ منطبق نہیں ہو سکتے۔ اس لیے $\overset{+}{C}H_3$ میں پیش جفتگی استحکام نہیں ہوتا۔

12.7.10 نامیاتی تعاملات کی قسمیں اور میکانزم (Types of Organic Reactions and Mechanisms)

نامیاتی تعاملات کی مندرجہ ذیل درجہ بندی کی جاسکتی ہے:

(i) بدل تعاملات (Substitution Reactions)

(ii) جمع تعاملات (Addition Reactions)

(iii) خروج تعاملات (Elimination Reactions)

(iv) بازترتیب تعاملات (Rearrangement Reactions)

آپ ان تعاملات کو باب 13 میں اور پھر درجہ XII میں پڑھیں گے۔

12.8 نامیاتی مرکبات کی تخلیص کے طریقے (Methods of Purification of Organic Compounds)

جب قدرتی وسیلے سے کسی نامیاتی مرکب کا استخراج کرلیا جاتا ہے یا تجربہ گاہ میں اس کی تالیف کرلی جاتی ہے تو اسے خالص بنانا ضروری ہو جاتا ہے۔ نامیاتی مرکبات کو خالص بنانے کے مختلف طریقوں کا انحصار مرکب کی فطرت اور اس میں موجود ملاوٹ (Impurity) پر ہوتا ہے۔

خالص بنانے کے لیے استعمال ہونے والی عام تکنیکیں ہیں:

(i) تصعید (Sublimation)

(ii) قلماؤ (Crystallisation)

(iii) کشید (Distillation)

(iv) تفرقی استخراج (Differential Extraction) اور

(v) کرومیٹوگرافی (Chromatography)

آخر میں ایک مرکب کی خاصیت اس کے نقطۂ گداخت اور نقطۂ جوش کو معلوم کرکے متعین کی جاتی ہے۔ زیادہ تر خالص مرکبات کے متعین نقطۂ گداخت اور نقطۂ جوش ہوتے ہیں۔ ایک نامیاتی مرکب کے خالص پن کو جانچنے کے نئے طریقے مختلف قسم کے کرومیٹو گرافک (Chromatographic) اور اسپیکٹرواسکوپک (Spectroscopic) تکنیکوں پر مبنی ہیں۔

12.8.1 تصعید (Sublimation)

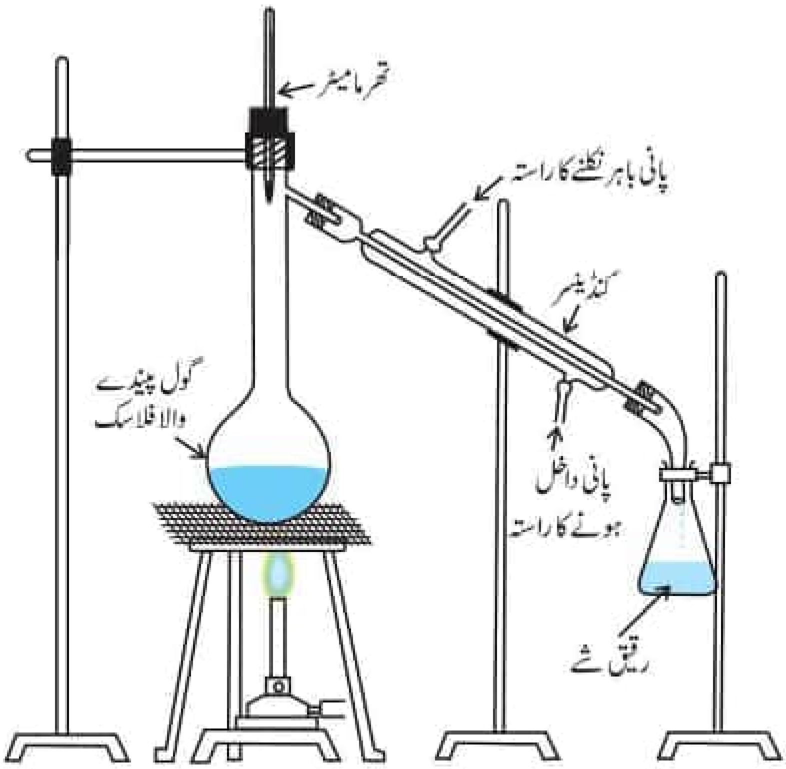
آپ پہلے ہی سیکھ چکے ہیں کہ کچھ ٹھوس اشیا گرم کرنے پر ٹھوس حالت سے رقیق حالت میں تبدیل ہوئے بغیر براہِ راست ابخراتی حالت میں تبدیل ہو جاتی ہیں۔ مندرجہ بالا اصول پر مبنی خالص بنانے کی تکنیک، تصعید کہلاتی ہے اور قابلِ تصعید مرکب کو ناقابلِ تصعید ملاوٹوں سے علیحدہ کرنے میں استعمال ہوتی ہے۔

12.8.2 قلماؤ (Crystallisation)

یہ ٹھوس نامیاتی مرکبات کو خالص بنانے کے لیے سب سے زیادہ استعمال ہونے والی تکنیکوں میں سے ایک ہے۔ یہ ایک مناسب محلل (Solvent) میں مرکب اور ملاوٹوں کی حل پذیری کے فرق پر مبنی ہے۔ غیر خالص مرکب کو ایک ایسے محلل میں حل کیا جاتا ہے جس میں کمرہ کے درجہ حرارت پر وہ بہت کم حل پذیر ہے اور زیادہ درجہ حرارت پر قابلِ لحاظ حد تک حل پذیر ہے۔ محلول کو مرتکز کیا جاتا ہے یہاں تک کہ تقریباً سیر شدہ محلول حاصل ہو جاتا ہے۔ محلول کو ٹھنڈا کرنے پر خالص مرکب کی قلم سازی ہوجاتی ہے، جسے تقطیر (Filtration) کے ذریعے علیحدہ کرلیا جاتا ہے۔ اگر مرکب ایک محلل میں بہت زیادہ حل پذیر ہے اور دوسرے محلل میں بہت کم حل پذیر ہے تو اس کا قلماؤ ان دونوں محللوں کے آمیزے میں کیا جاتا ہے۔ ملاوٹیں، جو محلول کو رنگین بنا دیتی ہیں، انھیں ایکٹیویٹڈ چارکول (Activated Charcoal) پر سطحی جاذبیت (Adsorption) کے ذریعے علیحدہ کیا جاتا ہے۔ وہ مرکبات جن میں شامل ملاوٹوں کی حل پذیری میں زیادہ فرق نہیں ہوتا، ان کو خالص بنانے کے لیے قلماؤ کے عمل کو بار بار دہرانا ضروری ہوتا ہے۔

12.8.3 کشید (Distillation)

یہ اہم طریقہ استعمال اس وقت کیا جاتا ہے، جب (i) طیران پذیر (Volatile) رقیق اشیا کو غیر طیران پذیر (Non Volatile) ملاوٹوں سے علیحدہ کرنا ہو (ii) ان رقیق اشیا کو جن کے نقطہ جوش میں کافی فرق ہے۔ جن رقیق اشیا کے نقطہ جوش مختلف ہوتے ہیں، وہ مختلف درجہ حرارت پر ابخرات میں تبدیل ہوتی ہیں۔ ابخرات کو ٹھنڈا کرلیا جاتا ہے اور اس طرح حاصل ہونے والی رقیق اشیا کو الگ الگ جمع کرلیا جاتا ہے۔ کلوروفارم (نقطہ جوش: 334 K) اور اینیلین (نقطہ جوش: 457 K) کو کشید کی تکنیک سے بآسانی علیحدہ کیا جاسکتا ہے (شکل 12.5)۔ رقیق آمیزے کو ایک گول پیندے والے فلاسک (Flask) میں لیا جاتا ہے اور احتیاط کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے۔ ابلنے پر مقابلتاً کم نقطہ جوش والے جزو (Component) کے ابخرات پہلے تشکیل پاتے ہیں۔ ابخرات کو ایک کنڈینسر (Condenser) میں جمع کرلیا جاتا ہے۔ مقابلتاً زیادہ نقطہ جوش والے جز کے ابخرات بعد میں تشکیل پاتے ہیں اور رقیق کو علیحدہ جمع کیا جاسکتا ہے۔



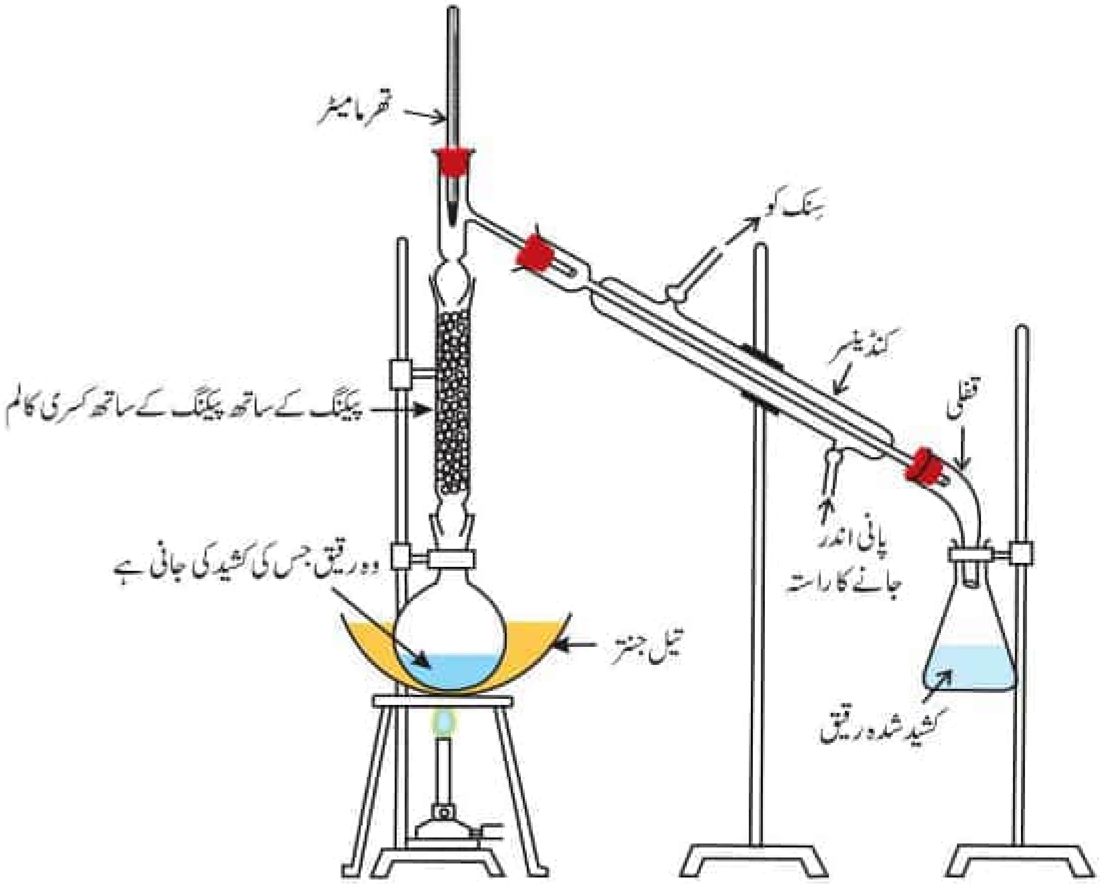
شکل 12.5: سادہ کشید۔ شے کے تشکیل شدہ ابخرات کی تکثیف کی جاتی ہے اور رقیق کو ایک مخروطی فلاسک میں جمع کرلیا جاتا ہے۔

کسری کشید (Fractional Distillation): اگر دونوں رقیق اشیا کے نقطہ جوش میں زیادہ فرق نہ ہو تو انہیں علیحدہ کرنے کے لیے سادہ کشید نہیں استعمال کی جاسکتی۔ ایسی رقیق اشیا کے ابخرات یکساں درجہ حرارت کی رینج میں تشکیل پاتے ہیں اور بہ یک وقت ان کی تکثیف ہوتی ہے ایسی صورت میں کسری کشید کی تکنیک استعمال ہوتی ہے۔ اس تکنیک میں رقیق آمیزہ کے ابخرات کو تکثیف سے پہلے ایک کسری کالم (Fractional Column) سے گزارا جاتا ہے۔ کسری کالم کو گول پیندے والے فلاسک کے منہ پر لگایا جاتا ہے (شکل 12.6)۔

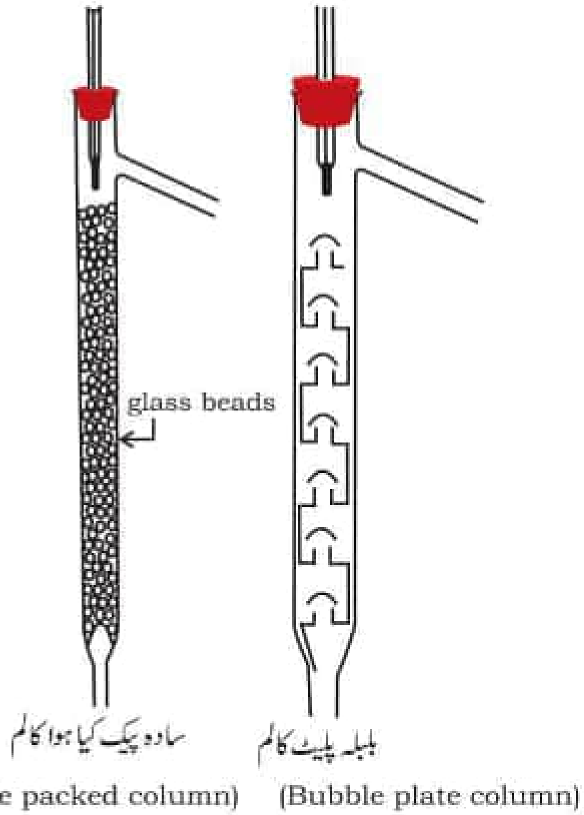
اس رقیق کے ابخرات کی تکثیف پہلے ہوتی ہے جس کا نقطہ جوش مقابلتاً زیادہ ہوتا ہے اور اس رقیق کی ابخرات کی تکثیف اس کے بعد ہوتی ہے جس کا نقطہ جوش مقابلتاً کم ہوتا ہے۔ کسری کالم میں اوپر اٹھتے ہوئے ابخرات میں طیران پذیر جز کی مقدار زیادہ ہوتی جاتی ہے۔ جس وقت تک ابخرات کسری کالم کے اوپری سرے تک پہنچتے ہیں تو ان میں طیران پذیر اجزا کی مقدار زیادہ ہوتی ہے۔ کسری کالم مختلف سائزوں اور ڈیزائنوں میں دستیاب ہیں جیسا کہ شکل 12.7 میں دکھایا گیا ہے۔ ایک کسری کالم اوپر اٹھتے ہوئے ابخرات اور نیچے بیٹھتے ہوئے مکثف رقیق کے درمیان، حرارت کے تبادلوں کے لیے کئی سطحیں مہیا کرتا ہے۔ مکثف رقیق کی کچھ مقدار، کسری کالم میں اوپر اٹھتے ہوئے ابخرات سے حرارت حاصل کرکے دوبارہ ابخرات میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ اس طرح سے ابخرات مقابلتاً کم درجہ حرارت کے اوپری سرے کی طرف جانے لگتے ہیں۔ کم درجہ حرارت پر ابلنے والے جز کے ابخرات کالم کے اوپری سرے کی طرف جانے لگتے ہیں۔ وہ جب اوپری سرے تک پہنچتے ہیں تو ان میں کم درجہ حرارت پر ابلنے والے جز کے خالص ابخرات ہوتے ہیں اور پھر انہیں ایک کنڈینسر سے گزارا جاتا ہے اور خالص رقیق کو ایک ریسیور (Receiver) میں جمع کرلیا جاتا ہے۔ لگاتار کشید کے ایک سلسلے کے بعد کشیدی فلاسک میں باقی بچے رقیق میں مقابلتاً زیادہ نقطہ جوش والے جز کا اضافہ ہوتا جاتا ہے۔ کسری کالم کی ہر ایک متواتر تکثیف اور تبخیری اکائی ایک "تھیوریٹیکل پلیٹ" **(Theoretical Plate)** کہلاتی ہے۔ بازار میں کئی سو پلیٹوں والے کالم دستیاب ہیں۔

کسری کشید کا ایک تکنیکی استعمال، پیٹرولیم صنعت میں خام تیل **(Crude Oil)** کی مختلف کسروں کو علیحدہ کرنے میں کیا جاتا ہے۔

تخفیف شدہ دباؤ کے ساتھ کشید (Distillation Under Reduced Pressure): یہ طریقہ ان رقیق اشیا کو خالص بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے جن کے نقطہ جوش بہت زیادہ ہوتے ہیں اور وہ رقیق



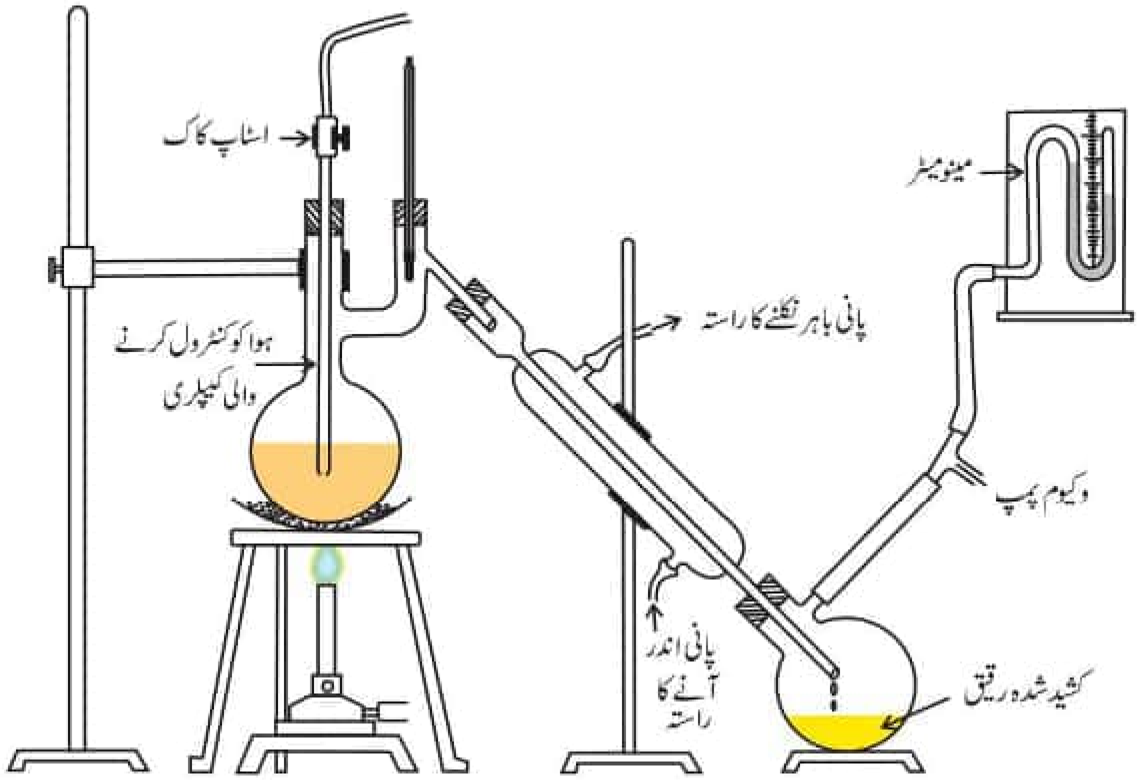
شکل 12.6 کسری کشید: مقابلتاً کم نقطہ جوش والے جز کے ابخرات کالم کے اوپری سرے تک پہلے پہنچتے ہیں اور ان کے بعد مقابلتاً زیادہ نقطہ جوش والے جز کے ابخرات پہنچتے ہیں۔



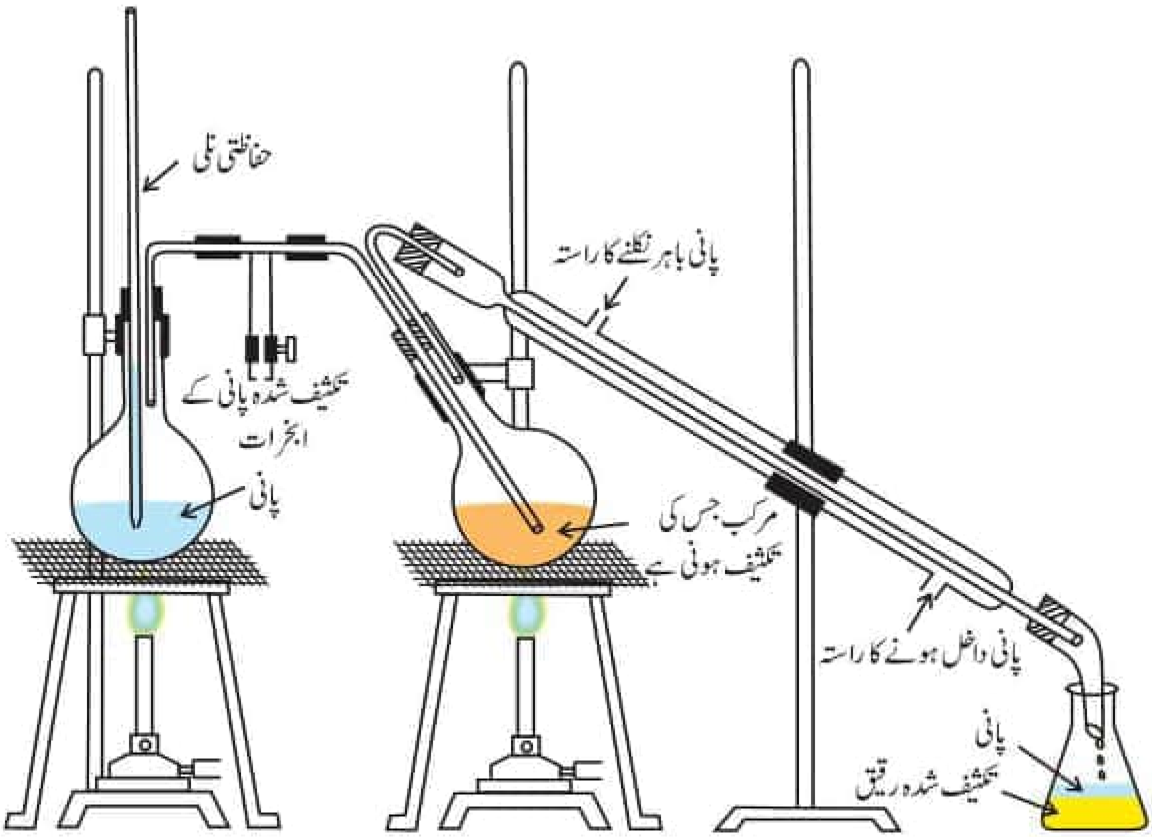
شکل 12.7 کسری کالموں کی مختلف قسمیں

جو اپنے نقطہ جوش یا اس سے پہلے ہی تحلیل (Decomposition) ہوجاتے ہیں۔ایسی رقیق اشیا کو ان کی سطح پر دباؤ کو کم کرکے انہیں ان کے معیاری نقطۂ جوش (Normal Boiling Point) سے کم درجہ حرارت پر ابالا جاتا ہے۔ایک رقیق اس درجۂ حرارت پر ابلتا ہے جس پر اس کا ابخرات دباؤ (Vapour Pressure) فضائی دباؤ کے مساوی ہوجاتا ہے۔ دباؤ کو پانی کے پمپ یا ویکیوم پمپ (Vacuum Pump) کی مدد سے کم کیا جاتا ہے (شکل 12.8)۔صابن کی صنعت میں گلسرال (Glycerol) کو اسپینٹ لائی (Spent-lye) سے اس تکنیک کا استعمال کرکے علیحدہ کیا جاسکتا ہے۔

بھاپ کشید (Steam Distillation): یہ تکنیک ان اشیا کو علیحدہ کرنے میں استعمال ہوتی ہے جو بھاپ طیران پذیر (Steam Volatile) ہوتے ہیں اور پانی میں ان کی آمیزش نہیں (Immiscible) ہو پاتی ہے۔ بھاپ کشید میں بھاپ جنریٹر کے ذریعے بھاپ کو اس گرم کیے ہوئے فلاسک سے گزارا جاتا ہے، جس میں کشید کیا جانے والا رقیق رکھا ہوتا ہے۔ بھاپ اور طیران پذیر نامیاتی مرکب کے آمیزہ کی تکثیف کی جاتی ہے اور اسے جمع کرلیا جاتا ہے۔ بعد میں ایک فارقی قیف کا استعمال



شکل 12.8 تخفیف شدہ دباؤ کے ساتھ کشید: دباؤ کو کم کر کے ایک رقیق اپنے ابخراتی دباؤ پر نقطہ جوش سے کم درجہ حرارت پر ابلتا ہے

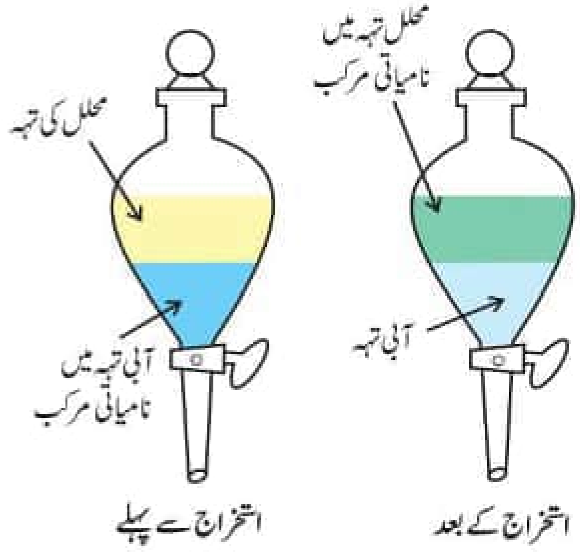


شکل 12.9 بھاپ کشید: بھاپ طیران پذیر جز کی تبخیر ہوتی ہے، ابخرات کی کنڈینسر میں تکثیف ہوتی ہے اور مخروطی فلاسک میں رقیق جمع ہوتا ہے۔

کر کے پانی سے مرکب کو علیحدہ کر لیا جاتا ہے۔ بھاپ کشید میں رقیق اس وقت ابلتا ہے، جب نامیاتی رقیق کی وجہ سے ابخراتی دباؤ (p_1) اور پانی کی وجہ سے ابخراتی دباؤ (p_2) کا حاصل جمع کرہ ہوا کے دباؤ (Atmosphereric Pressure) (p) کے مساوی ہو جاتا ہے۔ یعنی کہ $p = p_1 + p_2$ کیونکہ p_1، p سے کم ہے، نامیاتی رقیق کی تبخیر اس کے نقطہ جوش سے کم درجہ حرارت پر ہوتی ہے۔ اس لیے، اگر آمیزہ میں شامل ایک شے پانی ہے اور دوسری پانی میں غیر حل پذیر شے ہے تو آمیزہ 373 K کے قریب لیکن اس سے کم درجہ حرارت پر ابلے گا۔ پانی اور شے کا ایک آمیزہ حاصل کیا جاتا ہے جسے ایک فارقی قیف کے ذریعے علیحدہ کیا جا سکتا ہے۔ اینیلین پانی (Aniline – Water) کے آمیزہ میں سے اینیلین اس تکنیک کی مدد سے علیحدہ کی جاتی ہے (شکل 12.9)۔

12.8.4 تفرقی استخراج (Differential Extraction)

جب ایک نامیاتی مرکب ایک آبی میڈیم (Aquous Medium) میں پایا جاتا ہے تو اسے علیحدہ کرنے کے لیے ایک نامیاتی محلل میں ملا کر ہلایا جاتا ہے، جس میں وہ پانی کے مقابلے میں زیادہ حل پذیر ہے۔ نامیاتی محلل اور آبی محلول کی ایک دوسرے میں آمیزش نہیں ہونی چاہیے تاکہ وہ دو واضح پرتیں تشکیل دے سکیں جنھیں فارقی قیف کے ذریعے علیحدہ کیا جا سکے۔ بعد میں نامیاتی محلل کو کشید کے ذریعے یا تبخیر کے ذریعے علیحدہ کر دیا جاتا ہے اور مرکب حاصل کر لیا جاتا ہے۔ تفرقی استخراج کا عمل ایک فارقی قیف میں کیا جاتا ہے جیسا کہ شکل 12.10 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 12.10 تفرقی استخراج: مرکب کا استخراج حل پذیری میں فرق کی بنا پر ہوتا ہے۔

اگر نامیاتی مرکب، نامیاتی محلل میں پانی سے کم حل پذیر ہے تو مرکب کی بہت کم مقدار کا استخراج کرنے کے لیے بھی محلل کی بہت زیادہ مقدار درکار ہوگی۔ ایسی صورتوں میں مسلسل استخراج کی تکنیک استعمال کی جاتی ہے۔ اس تکنیک میں اسی محلل کو مرکب کے استخراج کے لیے بار بار استعمال کیا جاتا ہے۔

12.8.5 کرومیٹوگرافی (Chromatography)

کرومیٹوگرافی ایک اہم تکنیک ہے جس کا وسیع استعمال آمیزوں کے اجزا علیحدہ کرنے میں کیا جاتا ہے، مرکبات کو خالص بنانے میں اور مرکبات کے خالص پن کی جانچ کرنے میں بھی کیا جاتا ہے۔ نام Chromatograph یونانی لفظ کروما (Chroma) پر مبنی ہے۔ جس کے معنی ہیں رنگ (Colour) کیونکہ یہ طریقہ سب سے پہلے پودوں میں پائی جانے والی رنگین اشیا کو علیحدہ کرنے کے لیے استعمال کیا گیا تھا۔ اس تکنیک میں اشیا کے آمیزہ کو ایک ساکن ہیئت (Stationary Phase) پر لگایا جاتا ہے، جو ٹھوس یا رقیق ہو سکتی ہے۔ ایک خالص محلل، محلل کا آمیزہ یا گیس کو ساکن ہیئت کے اوپر آہستہ آہستہ حرکت کرنے دیا جاتا ہے۔ آمیزہ کے اجزا ایک دوسرے سے بتدریج علیحدہ ہوتے جاتے ہیں۔ حرکت کرتی ہوئی ہیئت کو متحرک ہیئت کہا جاتا ہے۔

شامل اصول کی بنا پر کرومیٹوگرافی کی مختلف درجات میں درجہ بندی کی جا سکتی ہے۔ ان میں سے دو مندرجہ ذیل ہیں:

(a) سطحی جاذبیت کرومیٹوگرافی

(b) تقسیم کرومیٹوگرافی

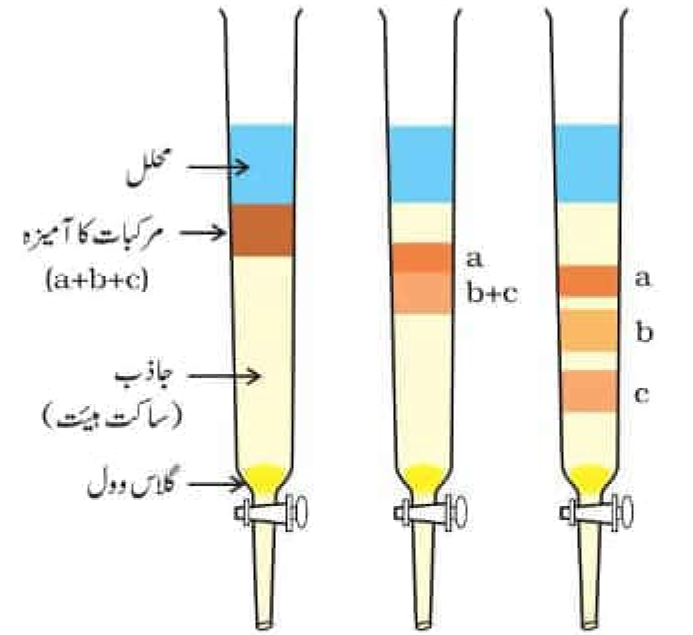
(a) سطحی جاذبیت کرومیٹوگرافی (Adsorption Chromatography): سطحی جاذبیت کرومیٹوگرافی اس حقیقت پر مبنی ہے کہ مختلف مرکبات، ایک سطحی جاذب (Adsorbent) پر مختلف ڈگری میں جذب ہوتے ہیں۔ عام طور سے استعمال ہونے والے سطحی جاذب ہیں۔ سلیکا جیل (Silica Gel) اور ایلومنا (Alumina)۔ جب ایک متحرک ہیئت کو ایک ساکن ہیئت جاذب پر حرکت کرنے دی جاتی ہے تو آمیزہ کے اجزا ساکن ہیئت پر مختلف فاصلوں تک حرکت کرتے ہیں۔ کرومیٹوگرافی کی تکنیکوں کی مندرجہ ذیل دو خاص قسمیں ہیں جو تفرقی سطحی جاذبیت (Differential Adsorption) کے اصول پر مبنی ہیں۔

(a) کالمی کرومیٹوگرافی (Column Chromatography)

(b) پتلی پرت کرومیٹوگرافی (Thin Layer Chromatography)

کالمی کرومیٹو گرافی (Column Chromatography):

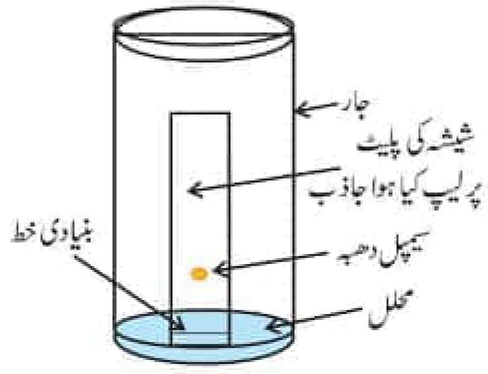
کالمی کرومیٹوگرافی میں ایک شیشہ کی ٹیوب میں پیک کیے ہوئے (Paked) جاذب (اسٹیشنری فیز) کے کالم پر ایک آمیزہ کا علیحدہ کیا جانا شامل ہے۔ کالم کے نچلے کنارے پر ایک اسٹاپ کاک (Stop Cock) لگی ہوتی ہے (شکل 12.11)۔ جاذب کی سطح پر جذب ہوئے آمیزہ کو شیشے کی ٹیوب میں بھرے جاذب کالم کے اوپری کنارے پر رکھا جاتا ہے۔ ایک مناسب نتھارکار (Eluant) کو جو عام طور سے ایک رقیق یا رقیق اشیا کا آمیزہ ہوتا ہے، آہستہ آہستہ کالم سے نیچے کی طرف بہنے دیا جاتا ہے۔ اس درجہ پر مبنی جس تک مرکبات کی سطح جاذبیت ہوتی ہے مکمل علیحدگی ہو جاتی ہے۔ سب سے جلدی سطح پر جذب ہونے والی اشیاء اوپری سرے کے نزدیک جذب ہوتی ہیں، جبکہ دوسری اشیاء کالم میں مختلف فاصلوں تک نیچے آتی ہیں (شکل 12.11)۔



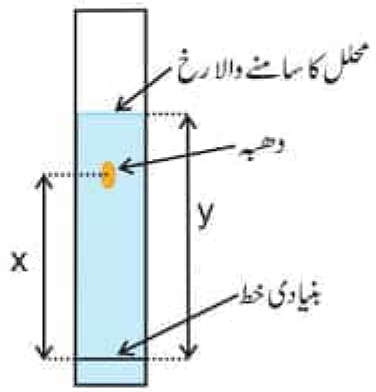
شکل 12.11 کالمی کرومیٹو گرافی ۔ ایک آمیزہ کے اجزا کی علیحدگی کے مختلف مراحل

پتلی پرت کرومیٹو گرافی (Thin Layer Chromatography):

پتلی پرت کرومیٹوگرافی Thin Layer Chromatography، TLC) سطحی جاذبیت کرومیٹوگرافی کی ایک اور قسم ہے، جس میں شیشے کی پلیٹ پر تہہ جمائی ہوئی ایک جاذب کی پتلی پرت پر ایک آمیزہ کی اشیا کی علیحدگی شامل ہے۔ ایک سطحی جاذب (Absorbent) (سلیکا جیل یا ایلومینا) کی پتلی پرت (تقریباً 0.22 mm موٹی) کو ایک مناسب ناپ کی شیشے کی پلیٹ پر پھیلا دیا جاتا ہے۔ اس پلیٹ کو پتلی پرت کرومیٹو گرافی پلیٹ (Thin Layer Chromatography Plate) یا کروما پلیٹ (Chroma Plate) کہتے ہیں۔ جس آمیزہ کے اجزا کو علیحدہ کیا جاتا ہے، اس کے محلول کو ایک چھوٹے حصے (Spot) کی شکل میں کروما پلیٹ پر اس کے ایک سرے سے تقریباً 2 cm کے فاصلے پر لگا دیا جاتا ہے۔ پھر اس شیشے کی پلیٹ کو ایک بند جار میں رکھ دیا جاتا ہے۔ جار میں نتھار کار (Eluent) پہلے ہی رکھا ہوتا ہے (شکل 12.12(a))۔ جیسے ہی نتھار کار (Eluent) پلیٹ پر اوپر چڑھتا ہے آمیزہ کے اجزا بھی نتھارکار کے ساتھ پلیٹ پر مختلف فاصلوں تک حرکت کرتے ہیں۔ کون سا جز کتنا فاصلہ طے کرے گا یہ اس کی سطحی جاذبیت کے درجہ پر منحصر ہے۔ اس طرح آمیزہ کے اجزا ایک دوسرے سے علیحدہ ہو جاتے ہیں۔ آمیزہ کے ہر ایک جز کی نسبتی سطحی جاذبیت (Relative



شکل (a) 12.12 پتلی پرت کرومیٹو گرافی : کرومیٹو گرام تیار کیا جارہا ھے



شکل (b) 12.12 تیار شدہ کرومیٹو گرام

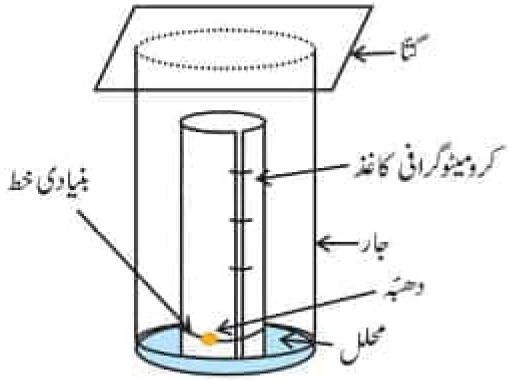
Absorption) کو اس کے ابطا جز (Retardation Factor) یعنی کہ R_f قدر کی شکل میں ظاہر کیا جاتا ہے، (شکل 12.12 b)۔

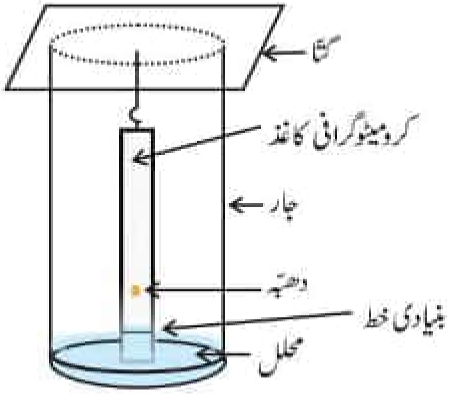
$$R_f = \frac{\text{شے کے ذریعے بنیادی خط سے طے کیا گیا فاصلہ (X)}}{\text{محلل کے ذریعے بنیادی خط سے طے کیا گیا فاصلہ (Y)}}$$

رنگین مرکبات کے دھبّے اپنے اصل رنگ کی وجہ سے TLC پلیٹ پر نظر آجاتے ہیں۔ لیکن ایسے بے رنگ مرکبات کے دھبّے، جو انسانی آنکھ نہیں دیکھ سکتی، لیکن وہ فلوریٹ دار (Fluorescent) ہیں، انھیں UV روشنی (Ultraviolet Light) میں رکھ کر شناخت کیا جاسکتا ہے۔ شناخت کرنے کی ایک دوسری تکنیک یہ ہے کہ پلیٹ کو ایک ایسے ڈھکے ہوئے جار میں رکھا جائے، جس میں آیوڈین کے چند قلم (Crystals) رکھے ہوئے ہوں۔ ان مرکبات کے دھبّے جو آیوڈین کو سطح پر جذب کر لیتے ہیں، کتھی دھبوں کی شکل میں نظر آجاتے ہیں۔ کبھی کبھی ایک مناسب ریجنٹ (Reagent) کو بھی پلیٹ پر چھڑکا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر پلیٹ پر ننِ ہائڈرن (Ninhydrin) محلول چھڑک کر امینوایسڈوں (Aminoacids) کی شناخت کی جاسکتی ہے۔

تقسیم کرومیٹو گرافی (Partition Chromatography): تقسیم کرومیٹوگرافی، ایک آمیزہ کے اجزا کی ساکن اور متحرک ہیئتوں میں مسلسل تفرقی تقسیم (Continuous Differential Partitioning) پر مبنی ہے۔ پیپر کرومیٹو گرافی (Papar Chromatography) تقسیم کرومیٹوگرافی (Partition Chromatography) کی ایک قسم ہے۔ پیپر کرومیٹوگرافی میں ایک نمایاں خصوصیت والا کاغذ کرومیٹوگرافی پیپر کہلاتا ہے، استعمال کیا جاتا ہے۔ کرومیٹوگرافی پیپر میں پانی کے سالمات پہلے سے پھنسے ہوتے ہیں اور یہ پانی ساکن ہیئت کے طور پر کام کرتا ہے۔

کرومیٹوگرافی پیپر کی ایک پٹّی کو جس کی بنیاد (Base) پر آمیزہ کے محلول کے دھبّے لگے ہوتے ہیں، ایک مناسب محلل یا محللوں کے آمیزے میں لٹکایا جاتا ہے (شکل 12.13)۔ یہ محلل کیپلری ایکشن (Capillary Action) کے ذریعے کاغذ پر اوپر کی جانب چڑھتا ہے اور دھبّے کے اوپر سے ہوکر بہتا ہے۔ کاغذ مختلف اجزا کو منتخب کرکے جذب کرتا جاتا ہے، جس کا انحصار ان کی دونوں ہیئتوں میں مختلف تقسیم پر ہوتا ہے۔ اس طرح تیار کی گئی کاغذ کی پٹّی کرومیٹوگرام (Chromatogram) کہلاتی ہے۔ الگ ہوئے رنگین مرکب کے دھبّے کرومیٹوگرام پر آغازی دھبّے کے مقام سے مختلف اونچائیوں پر نظر آتے ہیں۔ الگ کیے گئے بے رنگ مرکبات کے دھبّے یا تو UV روشنی کے ذریعے یا مناسب ریجنٹ کا چھڑکاؤ کرکے دیکھے جاسکتے ہیں جیسا کہ پرت کرومیٹوگرافی میں بیان کیا جاچکا ہے۔





شکل 12.13 پیپر کرومیٹو گرافی ۔ دو مختلف شکلوں کا کرومیٹو گرافک پیپر

12.9 نامیاتی مرکبات کا کیفیتی تجزیہ (Qualitative Analysis of Organic Compounds)

نامیاتی مرکبات میں پائے جانے والے عناصر، کاربن اور ہائڈروجن ہیں۔ ان کے علاوہ نامیاتی مرکبات میں آکسیجن، نائٹروجن، سلفر، ہیلوجن (Halogens) اور فاسفورس بھی شامل ہوسکتے ہیں۔

12.9.1 کاربن اور ہائڈروجن کی شناخت (Detection of Carbon and Hydrogen)

کاربن اور ہائڈروجن کی شناخت، مرکب کو 'Copper (II) Oxide' کے ساتھ گرم کرکے کی جاتی ہے۔ مرکب میں موجود کاربن کی تکسید کاربن ڈائی آکسائڈ میں ہوجاتی ہے [جس کی جانچ چونے کے پانی کے ذریعے

کی جاتی ہے، جس میں تلاطم (Turbidity) پیدا ہو جاتا ہے] اور ہائڈروجن کی تکسید پانی میں ہو جاتی ہے۔[جس کی جانچ نابیدہ کاپر سلفیٹ (Anhydrous Copper Sulphate) سے کی جاتی ہے، جو نیلا ہو جاتا ہے]۔

$$C + 2CuO \xrightarrow{\Delta} 2Cu + CO_2$$

$$2H + CuO \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$$

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

$$5H_2O + CuSO_4 \longrightarrow CuSO_4.5H_2O$$

سفید　　　　نیلا

12.9.2 دوسرے عناصر کی شناخت (Detection of Other Elements)

کسی نامیاتی مرکب میں پائے جانے والے دوسرے عناصر: نائٹروجن، سلفر، ہیلوجن اور فاسفورس کی شناخت **"Lassaigne's Test"** کے ذریعے کی جاتی ہے۔ مرکب میں پائے جانے والے عناصر کو شریک گرفت شکل سے آئنی شکل (Ionic from) میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ ایسا کرنے کے لیے مرکب کو سوڈیم دھات کے ساتھ گداخت (Fuse) کیا جاتا ہے۔ مندرجہ ذیل تعاملات ہوتے ہیں:

$$Na + C + N \xrightarrow{\Delta} NaCN$$

$$2Na + S \xrightarrow{\Delta} Na_2S$$

$$Na + X \xrightarrow{\Delta} Na\,X$$

(X = Cl, Br یا I)

C، N، S اور X نامیاتی مرکبات سے آتے ہیں۔

سوڈیم کے ساتھ گداخت سے اس طرح تشکیل پانے والے سوڈیم کے سائنائڈ، سلفائڈ اور ہیلائڈ کو گداخت شدہ کمیت سے کشیدہ پانی (Distilled Water) کے ساتھ ابال کر علیحدہ کرلیا جاتا ہے۔ اس ملخّص (Extract) کو سوڈیم گداخت ملخّص کہتے ہیں۔

(A) نائٹروجن کے لیے جانچ (Test for Nitrogen)

سوڈیم گداخت ملخّص کو Iron (II) Sulphate کے ساتھ ابالا جاتا ہے اور پھر اسے مرتکز سلفیورک ایسڈ کے ساتھ تیزابی بنایا جاتا ہے۔ پرشین بلو رنگ کی تشکیل نائٹروجن کی موجودگی کو ثابت کردیتی ہے۔ سوڈیم سائنائڈ پہلے Iron (II) Sulphate کے ساتھ تعامل کرتا ہے اور Hexacyanoferate (II) بناتا ہے۔ مرتکز سلفیورک ایسڈ کے ساتھ گرم کرنے پر کچھ Iron (II) آئن کی تکسید Iron (III) میں ہو جاتی ہے جو سوڈیم ہیکسا سائنوفیریٹ (II) سے تعامل کر کے آئرن (III) ہیکسا سائنوفیریٹ (فیری فیروسائنائڈ) بناتا ہے جس کا رنگ پرشین بلو ہوتا ہے۔

$$6CN^- + Fe^{2+} \rightarrow [Fe(CN)_6]^{4-}$$

$$3[Fe(CN)_6]^{4-} + 4Fe^{3+} \xrightarrow{xH_2O} Fe_4[Fe(CN)_6]_3.xH_2O$$

پرشین بلو

(B) سلفر کے لیے جانچ (Test for Sulphur)

(a) سوڈیم گداخت ملخّص کو ایسیٹک ایسڈ کے ساتھ تیزابی بنایا جاتا ہے اور اس میں لیڈ ایسی ٹیٹ (Lead Acetate) شامل کیا جاتا ہے۔ لیڈ سلفائڈ کا کالا رسوب (Precipitate) سلفر کی موجودگی کی نشاندہی کرتا ہے۔

$$S^{2-} + Pb^{2+} \longrightarrow PbS$$

(کالا)

(b) سوڈیم گداخت ملخّص کا سوڈیم نائٹروپروسائڈ سے تعامل کرانے پر بینگنی رنگ کا ظاہر ہونا سلفر کی موجودگی کو ظاہر کرتا ہے۔

$$S^{2-} + [Fe(CN)_5NO]^{2-} \longrightarrow [Fe(CN)_5NOS]^{4-}$$

بینگنی

اگر ایک نامیاتی مرکب میں نائٹروجن اور آکسیجن دونوں پائی جاتی ہوں تو ایسی صورت میں سوڈیم تھایوسائنیٹ بنتا ہے۔ یہ خون جیسا لال رنگ دیتا ہے اور کوئی پرشین بلو رنگ نہیں دکھائی دیتا کیونکہ کوئی آزاد سائنائڈ آین نہیں ہوتے۔

$$Na + C + N + S \longrightarrow NaSCN$$

$$Fe^{3+} + SCN^- \longrightarrow [Fe(SCN)]^{2+}$$

خون جیسا لال

اگر سوڈیم گداخت، سوڈیم کی وافر مقدار کے ساتھ کرایا جائے تو تھایوسائنیٹ تحلیل ہو کر سائنائڈ اور سلفائڈ دیتا ہے۔ یہ آین اپنے عام ٹیسٹ کے ذریعے سے شناخت کیے جاتے ہیں۔

$$NaSCN + 2Na \longrightarrow NaCN + Na_2S$$

(C) ہیلوجنوں کے لیے جانچ (Test for Halogens)

سوڈیم گداخت ملخص کو نائٹرک ایسڈ کے ذریعے تیزابی بنایا جاتا ہے اور پھر اس کا تعامل سلور نائٹریٹ سے کرایا جاتا ہے۔ امونیم ہائڈروآکسائڈ میں حل پذیر، سفید رسوب، کلورین کی نشاندہی کرتا ہے، امونیم ہائڈروآکسائڈ میں بہت کم حل پذیر زردی مائل رسوب، برومین کی نشاندہی کرتا ہے اور امونیم ہائڈرواکسائڈ میں غیر حل پذیر پیلا رسوب آیوڈین کی موجودگی ظاہر کرتا ہے۔

$$X^- + Ag^+ \longrightarrow AgX$$

X ایک ہیلوجن کو ظاہر کرتا ہے۔ Br ،Cl اور I

اگر مرکب میں نائٹروجن اور سلفر بھی پائی جاتی ہوں تو سوڈیم گداخت ملخص کو پہلے مرکز نائٹرک ایسڈ کے ساتھ ابالا جاتا ہے تاکہ Lassaigne's Test کے دوران بننے والے سوڈیم کے سائنائڈ اور سلفائڈ تحلیل ہو جائیں۔ نہیں تو یہ آین، ہیلوجن کے سلور نائٹریٹ جانچ میں مداخلت کریں گے۔

(D) فاسفورس کے لیے جانچ (Test for Phosphorus)

مرکب کو تکسیدی ایجنٹ (سوڈیم پرآکسائڈ) کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے۔ مرکب میں پائے جانے والے فاسفورس کی تکسید ہو جاتی ہے اور فاسفیٹ بنتا ہے۔ محلول کو نائٹرک ایسڈ کے ساتھ ابالا جاتا ہے اور پھر اس کا تعامل امونیم مولبڈیٹ (Ammonium Molybdate) کے ساتھ کرایا جاتا ہے۔ ایک پیلا رسوب فاسفورس کی موجودگی کو ظاہر کرتا ہے۔

$$Na_3PO_4 + 3HNO_3 \longrightarrow H_3PO_4 + 3NaNO_3$$

$$H_3PO_4 + 12(NH_4)_2MoO_4 + 21HNO_3 \longrightarrow$$

(امونیم مالبڈیٹ)

$$(NH_4)_3PO_4.12MoO_3 + 21NH_4NO_3 + 12H_2O$$

(امونیم فاسفومالبڈیٹ)

12.10 مقداری تجزیہ (Quantitative Analysis)

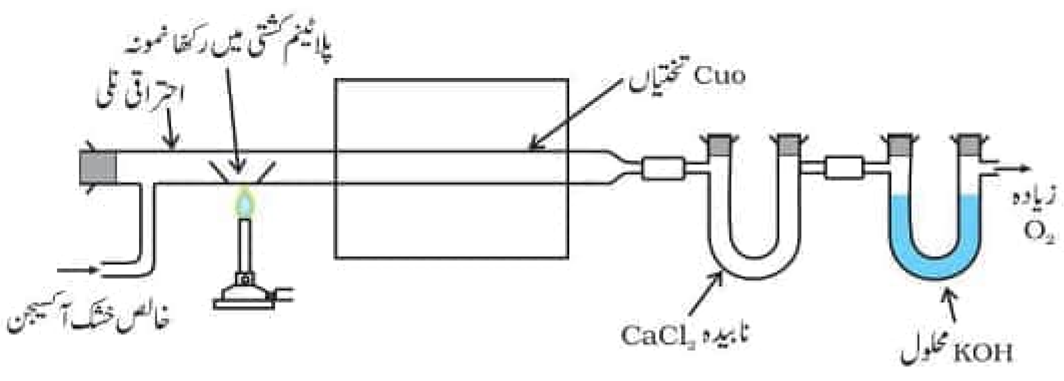
نامیاتی کیمیا میں مرکبات کی مقداری تجزیہ کی بہت اہمیت ہے۔ یہ مرکبات میں موجود عناصر کی کمیت فی صد کو تعین کرنے کے لیے سائنس دانوں کی مدد کرتا ہے۔ آپ نے اکائی۔ 1 میں سیکھا ہے کہ تجرباتی اور سالماتی فارمولے کے تعین کے لیے کمیت فی صد کی ضرورت ہوتی ہے۔ کسی نامیاتی مرکب میں پائے جانے والے عناصر کی فی صد کیمیائی ترکیب (Percentage Composition of Elements) مندرجہ ذیل طریقوں سے معلوم کی جاتی ہے۔

12.10.1 کاربن اور ہائڈروجن (Carbon and Hydrogen)

کاربن اور ہائڈروجن دونوں کا تخمینہ ایک ہی تجربے کے ذریعے لگایا جاتا ہے۔ ایک نامیاتی مرکب کی معلوم کمیت کو زیادہ آکسیجن اور کاپر (II) آکسائڈ کی موجودگی میں جلایا جاتا ہے۔ مرکب میں موجود کاربن اور ہائڈروجن تکسید ہو کر بالترتیب کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی بناتے ہیں۔

$$C_xH_y + (x + y/4)\,O_2 \longrightarrow x\,CO_2 + (y/2)\,H_2O$$

اس طرح بنے ہوئے پانی کی کمیت، آمیزہ کو ایک وزن کی ہوئی ایسی ٹیوب میں سے گزار کر معلوم کی جاتی ہے، جس میں نابیدہ کیلشیم کلورائڈ رکھا ہوتا ہے۔ کاربن ڈائی آکسائڈ کو ایک دوسری ایسی U ٹیوب میں جذب کیا جاتا ہے، جس میں پوٹاشیم ہائڈروآکسائڈ کا مرتکز محلول ہوتا ہے۔ ان ٹیوبوں کو سلسلہ وار منسلک کیا جاتا ہے (شکل 12.14)۔



شکل 12.14 کاربن اور ہائڈروجن کا تخمینہ۔ شے کی تکسید سے تشکیل پانے والے کاربن اور ہائڈروجن U-ٹیوب میں رکھے ہوئے نابیدہ کیلشیم کلورائڈ اور پوٹاشیم ہائڈروآکسائڈ محلولوں میں بالترتیب جذب ہوتے ہیں۔

کیلشیم کلورائڈ اور پوٹاشیم ہائڈروآکسائڈ کی کمیتوں میں اضافہ پانی اور کاربن ڈائی آکسائڈ کی مقدار دیتا ہے، جس سے کاربن اور ہائڈروجن کی فی صدی کا حساب لگایا جاتا ہے۔

فرض کیجیے کہ نامیاتی مرکب کی کمیت m gm ہے، تشکیل پانے والے پانی اور کاربن ڈائی آکسائڈ کی کمیت، بالترتیب m_1 اور m_2 گرام ہے:

$$\text{کاربن کی فیصد} = \frac{12 \times m_2 \times 100}{44 \times m}$$

$$\text{ہائڈروجن کی فی صد} = \frac{2 \times m_1 \times 100}{18 \times m}$$

مسئلہ 12.20

مکمل احتراق کے بعد، ایک نامیاتی مرکب کے 0.246 g سے کاربن ڈائی آکسائڈ کے 0.198 g اور پانی کے 0.1014 g حاصل ہوتے ہیں۔ مرکب میں کاربن اور ہائڈروجن کی فی صد ترکیب معلوم کیجیے۔

حل

$$\text{کاربن کی فی صد} = \frac{12 \times 0.198 \times 100}{44 \times 0.246}$$

$$= 21.95\%$$

$$\text{ہائڈروجن کی فی صد} = \frac{2 \times 0.1014 \times 100}{18 \times 0.246}$$

$$= 4.58\ \%$$

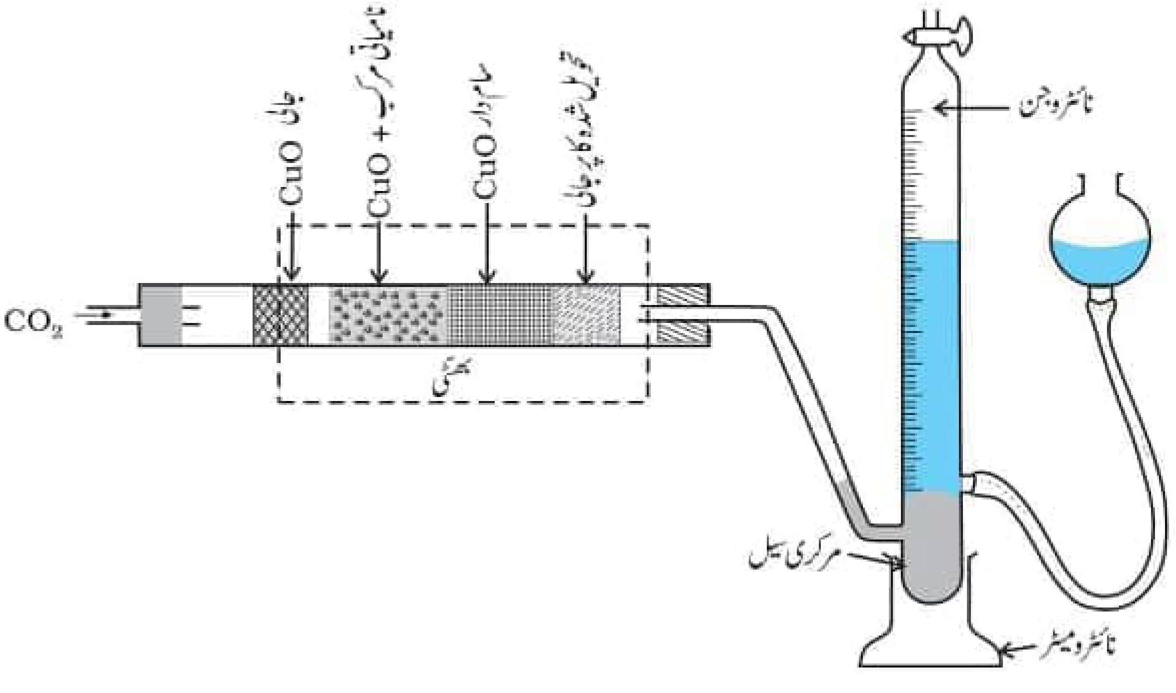
12.10.2 نائٹروجن (Nitrogen)

نائٹروجن کا تخمینہ دو طریقوں سے کیا جاتا ہے۔ (i) ڈیوماس کا طریقہ (Duma's Method) اور (ii) جل ڈاہل کا طریقہ (Kjeldahl's Method)۔

(i) ڈیوماس طریقہ (Duma's Method): وہ نامیاتی مرکب جس میں نائٹروجن شامل ہوتی ہے، کاربن ڈائی آکسائڈ کی فضا (Atmosphere) میں کاپر آکسائڈ کے ساتھ گرم کیے جانے پر کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی کے علاوہ آزاد نائٹروجن دیتا ہے۔

$$C_xH_yN_z + (2x + y/2)\ CuO \longrightarrow$$
$$x\ CO_2 + y/2\ H_2O + z/2\ N_2 + (2x + y/2)\ Cu$$

اگر کچھ نائٹروجن آکسائڈ کا شائبہ (Traces) تشکیل پاتا ہے تو گیسی آمیزہ کو گرم کی ہوئی کاپر جالی (Copper Gauze) سے گزارنے پر نائٹروجن میں تحویل ہو جاتا ہے۔ اس طرح بننے والے گیسوں کے آمیزہ کو



شکل 12.15 : ڈیوماس طریقہ: نامیاتی مرکب، CO_2 گیس کی موجودگی میں کاپر (II) آکسائڈ کے ساتھ گرم کیے جانے پر نائٹروجن گیس دیتا ہے۔ گیسوں کے آمیزہ کو پوٹاشیم ہائڈروآکسائڈ محلول پر جمع کیا جاتا ہے، جس میں CO_2 جذب ہو جاتی ہے اور نائٹروجن گیس کا حجم معلوم کر لیا جاتا ہے۔

پوٹاشیم ہائڈرو آکسائڈ کے آبی محلول پر اکٹھا کرلیا جاتا ہے، جو کاربن ڈائی آکسائڈ جذب کر لیتا ہے۔ نائٹروجن کو نشان بند نلی کے اوپری حصے میں اکٹھا کرلیا جاتا ہے(شکل 12.15)۔

فرض کیجیے

نامیاتی مرکب کی کمیت $= m$ g

جمع کی گئی نائٹروجن کا حجم $= V_1$ mL

کمرہ کا درجہ حرارت $= T_1$ K

STP پر نائٹروجن کا حجم $= \dfrac{p_1 V_1 \times 273}{760 \times T_1}$

(فرض کیجیے یہ V mL ہے)

جہاں p_1 اور V_1 نائٹروجن کا دباؤ اور حجم ہیں، p_1 اس فضائی دباؤ سے مختلف ہے، جس پر نائٹروجن جمع کی گئی ہے۔ p_1 کی قدر مندرجہ ذیل رشتے سے معلوم کی جاتی ہے:

$p_1 =$ فضائی دباؤ – آبی تناؤ

STP پر 22400 mL نائٹروجن کا وزن 28 گرام ہے۔

STP پر V mL نائٹروجن کا وزن $= \dfrac{28 \times V \times 100}{22400 \times m}$

مسئلہ 12.21

نائٹروجن کے تخمینے کے لیے ڈیوماس طریقے میں 0.3g نامیاتی مرکب سے 50 mL نائٹروجن حاصل ہوتی ہے، جسے 300 K درجہ حرارت اور 715 mm دباؤ پر جمع کیا جاتا ہے۔ مرکب میں نائٹروجن کی فی صد ترکیب معلوم کیجیے۔ (300 K = 15 mm پر آبی تناؤ)۔

حل

300 K اور 715 mm دباؤ پر جمع کی گئی نائٹروجن کا حجم ہے، 50 mL

اصل دباؤ $= 715 - 15 = 700$ mm

STP پر نائٹروجن کا حجم $= \dfrac{273 \times 700 \times 50}{300 \times 760}$

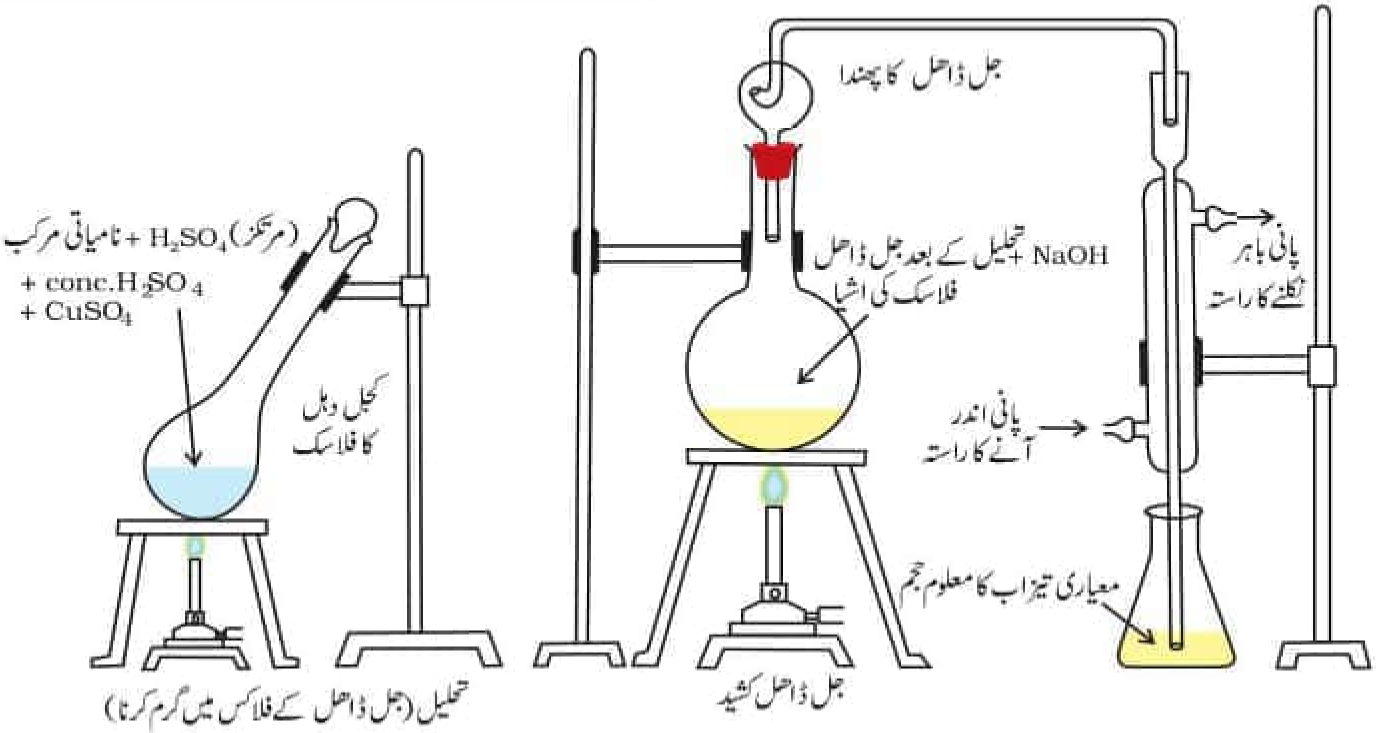
$= 41.9$ mL

STP پر N_2 کے 22,400 mL کا وزن $= 28$ g

نائٹروجن کے 41.9 mL کا وزن $= \dfrac{28 \times 41.9}{22400}$ g

نائٹروجن کی فی صد $= \dfrac{28 \times 41.9 \times 100}{22400 \times 0.3}$

$= 17.46$ %



شکل 12.16: جل ڈاہل کا طریقہ: جس مرکب میں نائٹروجن شامل ہوتی ہے، امونیم سلفیٹ حاصل کرنے کے لیے اس کا تعامل H_2SO_4 سے کرایا جاتا ہے۔ جس میں امونیا نکلتی ہے۔ NaOH سے تعامل کرانے پر، معیاری تیزاب کے معلوم حجم میں امونیا جذب ہو جاتی ہے۔

(ii) جل ڈاھل کا طریقہ (Kjeldahl's Method): جس مرکب میں نائٹروجن شامل ہوتی ہے اسے مرتکز سلفیورک ایسڈ کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے۔ مرکب کی نائٹروجن، امونیم سلفیٹ میں تبدیل ہو جاتی ہے (شکل 12.16)۔ اس طرح حاصل ہونے والے تیزابی آمیزہ کو زیادہ سوڈیم ہائڈروآکسائڈ کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے اور نکلنے والی امونیا گیس کو سلفیورک ایسڈ کے معیاری محلول (زیادہ مقدار) میں جذب ہو جاتی ہے۔ بنی ہوئی امونیا کی مقدار، تعامل میں خرچ ہونے والے سلفیورک ایسڈ کی مقدار کا تخمینہ لگا کر، معلوم کی جاتی ہے۔ اس کے لیے امونیا جذب ہونے کے بعد غیر تعامل پذیر سلفیورک ایسڈ کا تخمینہ اس کا معیاری قلوی محلول (Standard Alkali Solution) کے ساتھ ٹائٹریشن (Titration) کر کے لگایا جاتا ہے۔ ابتدا میں لیے گئے تیزاب کی مقدار اور تعامل کے بعد باقی بچے تیزاب کی مقدار کا فرق امونیا کے ساتھ تعامل پذیر تیزاب کی مقدار دیتا ہے۔

$$\text{نامیاتی مرکب} + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 \xrightarrow{2NaOH} Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

$$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

فرض کیجیے

نامیاتی مرکب کی لی ہوئی کمیت = 'm'g

مولاریت M کے لیے ہوئے H_2SO_4 کا حجم = V mL

باقی بچے H_2SO_4 کی ٹائٹریشن کے لیے استعمال ہوئے مولاریت M کے NaOH کا حجم = V_1 mL

M مولاریت کے H_2SO_4 کے $\frac{V_1}{2}$ mL = M مولاریت کے NaOH کے V_1 mL

مولاریت M کے غیر استعمال شدہ H_2SO_4 کا حجم = $\left(V - \frac{V_1}{2}\right)$ mL

مولاریت M کے NH_3 محلول کے $2\left(V - \frac{V_1}{2}\right)$ mL = مولاریت M کے H_2SO_4 کے $\left(V - \frac{V_1}{2}\right)$ mL

1 M NH_3 محلول کے 1000 mL میں شامل ہے 17 g NH_3 یا 14 g N

مولاریت کے NH_3 کے $2(V-V_1/2)$ ملی لیٹر میں شامل ہے۔

$$M = \frac{14 \times M \times 2(V - V_1/2)}{1000} \text{ gN}$$

$$\text{N کی فیصد} = \frac{14 \times M \times 2(V - V_1/2)}{1000} \times \frac{100}{m}$$

$$= \frac{1.4 \times M \times 2(V - V_1/2)}{m}$$

جل ڈاھل کا طریقہ ان مرکبات کے لیے استعمال نہیں کیا جاسکتا، جن میں نائٹروجن، نائٹرو اور ایزو (Azo) گروپوں میں پائی جاتی ہے یا نائٹروجن حلقوں (Rings) میں ہوتی ہے، (مثلاً Pyridine) کیونکہ ایسے مرکبات کی نائٹروجن، ان حالات سے امونیم سلفیٹ میں تبدیل نہیں ہوتی۔

مسئلہ 12.22

جل ڈاھل کے طریقے کے ذریعے ایک نامیاتی مرکب میں پائی جانے والی نائٹروجن کے تخمینہ کے دوران مرکب کے 0.5 g سے نکلی ہوئی امونیا نے 1 M H_2SO_4 کے 10 mL کو تعدیل کر دیا۔ مرکب میں نائٹروجن کی فی صد معلوم کیجیے۔

حل

1 M کا 10 mL H_2SO_4 = 1 M کا 20 mL NH_3

نائٹروجن کے 14g = 1 M امونیا کے 1000 mL میں شامل ہیں

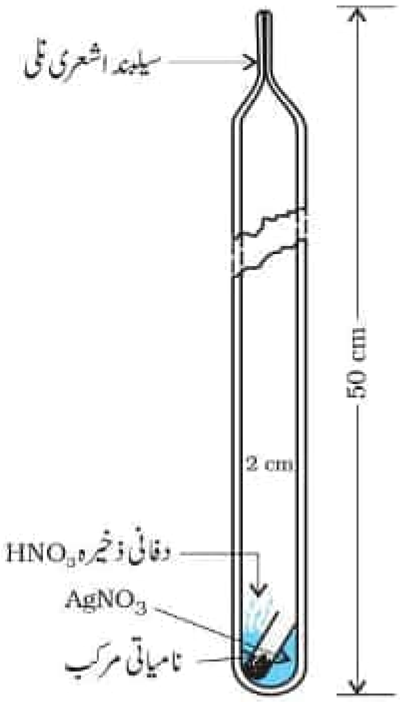
نائٹروجن کے $\frac{14 \times 20}{1000}$ g = 1 M امونیا کے 20 mL میں شامل ہیں

$$\text{نائٹروجن کی فی صد} = \frac{14 \times 20 \times 100}{1000 \times 0.5} = 56.0\%$$

12.10.3 ہیلوجن (Halogens)

کیریس طریقہ (Carius Method): نامیاتی مرکب کی ایک معلوم کمیت کو ایک سخت شیشے کی ٹیوب میں جسے کیریس ٹیوب کہتے ہیں، سلور نائٹریٹ کی موجودگی میں دخان خیز (Fuming) نائٹرک ایسڈ کے ساتھ ایک بھٹی میں گرم کیا جاتا ہے (شکل 12.17)۔ مرکب میں موجود کاربن اور ہائڈروجن، کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی میں تکسید ہو جاتی ہیں۔ مرکب میں پائے جانے والے ہیلوجن، نظیری سلور ہیلائڈ تشکیل دیتے ہیں (AgX)۔

اسے چھانا جاتا ہے، دھویا اور سکھایا جاتا ہے اور اس کا وزن کیا جاتا ہے۔



شکل 12.17 : کیریس طریقہ جس نامیاتی مرکب میں ہیلوجن شامل ہیں اسے سلورنائٹریٹ کی موجودگی میں دخان خیز نائٹرک ایسڈ کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے۔

فرض کیجیے

لیے ہوئے نامیاتی مرکب کی کمیت = m g

تشکیل پانے والے AgX کی کمیت = m_1 g

AgX کے ایک مول میں، X کا ایک مول ہے

AgX کے m_1g میں ہیلوجن کی کمیت

$$= \frac{\text{X کی ایٹمی کمیت} \quad m_1 \quad 100}{\text{AgX کی سالماتی کمیت}}$$

$$\text{ہیلوجن کی فی صد} = \frac{\text{X کی ایٹمی کمیت} \quad m_1 \quad 100}{\text{AgX کی سالماتی کمیت} \quad m}$$

مسئلہ 12.23

ہیلوجن کی تخمینہ کے کیریس طریقے میں ایک 0.15 g نامیاتی مرکب سے، AgBr کے 0.12 g حاصل ہوتے ہیں۔ مرکب میں برومین کی فی صد معلوم کیجیے۔

حل

AgBr کی مولر کمیت = 108 + 80

= 188 g mol^{-1}

188 gm AgBr کے میں شامل ہیں = 80 g Bromine

0.12g AgBr کے میں شامل ہیں = $\frac{80 \times 0.12}{188}$ g Bromine

برومین کی فی صد $= \frac{80 \times 0.12 \times 100}{188 \times 0.15}$

= 34.04 %

12.10.4 سلفر (Sulphur)

ایک نامیاتی مرکب کی معلوم کمیت کو کیریس ٹیوب میں سوڈیم پر آکسائڈ یا دخان خیز (Fuming) نائٹرک ایسڈ کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے۔ مرکب میں موجود سلفر کی تکسید سلفیورک ایسڈ میں ہو جاتی ہے۔ بیریم کلورائڈ کا پانی میں تیار محلول، زیادہ مقدار میں ملانے سے یہ بیریم سلفیٹ کی شکل میں رسوب ہو جاتا ہے۔ رسوب کو چھانا جاتا ہے، دھویا اور سکھایا جاتا ہے اور اس کا وزن کر لیا جاتا ہے۔ بیریم سلفیٹ کی کمیت سے سلفر کی فی صد کا حساب لگایا جا سکتا ہے۔

فرض کیجیے کہ نامیاتی مرکب لی گئی کمیت = m g

تشکیل پانے والے بیریم سلفیٹ کی کمیت = m_1 g

$BaSO_4$ کا ایک مول = 233 g $BaSO_4$ = 32 g سلفر

m_1g $BaSO_4$، میں ہے $= \frac{32 \times m_1}{233}$ g سلفر

سلفر کی فی صد $= \frac{32 \times m_1 \times 100}{233 \times m}$

مسئلہ 12.24

0.157g نامیاتی مرکب، سلفر کے تخمینہ میں 0.4813 g بیریم سلفیٹ دیتا ہے۔ مرکب میں سلفر کی فی صد کیا ہے؟

حل

$BaSO_4$ کی سالماتی کمیت = 137 + 32 + 64 = 233 g

233 g، $BaSO_4$ میں سلفر 32 گرام ہوتا ہے۔

$$BaSO_4\ 0.4183\ g \text{ میں سلفر} = \frac{32\times0.4813}{233}\ g \text{ ہے}$$

$$\text{سلفر کی فی صد} = \frac{32\times0.4813\times100}{233\times0.157} = 42.10\%$$

12.10.5 فاسفورس (Phosphorus)

نامیاتی مرکب کی ایک معلوم کمیت کو دخان خیز نائٹرک ایسڈ کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے، جس سے مرکب میں موجود فاسفورس کی تکسید ہوتی ہے اور وہ فاسفورک ایسڈ بن جاتا ہے۔ اس میں امونیا اور امونیم مولبڈیٹ شامل کرنے سے امونیم فاسفومولبڈیٹ $(NH_4)_3PO_4.12MoO_3$ کے رسوب حاصل ہوتے ہیں۔ متبادل طور پر فاسفورک ایسڈ میں میگنیشیا آمیزہ ملا کر $MgNH_4PO_4$ کے رسوب بھی حاصل کیے جاسکتے ہیں جو جلائے جانے پر $Mg_2P_2O_7$ دیتے ہیں۔

فرض کیجیے

'm'g = نامیاتی مرکب کی لی گئی کمیت

m_1 g = امونیم فاسفومولبڈیٹ کی کمیت

$(NH_4)_3PO_4.12MoO_3$ کی مولر کمیت = 1877 g

$$\text{فاسفورس کی فی صد} = \frac{31\times m_1\times100}{1877\times m}\%$$

اگر فاسفورس کا تخمینہ $Mg_2P_2O_7$ کے طور پر لگایا جائے

$$\text{فاسفورس کی فی صد} = \frac{62\times m_1\times100}{222\times m}\%$$

جہاں 222 u، $Mg_2P_2O_7$ کی مولر کمیت ہے، m، نامیاتی مرکب کی لی گئی کمیت ہے، m_1، تشکیل پانے والے $Mg_2P_2O_7$ کی کمیت ہے اور 62، $Mg_2P_2O_7$ مرکب میں موجود فاسفورس کے دو ایٹموں کی ایٹمی کمیت ہے۔

12.10.6 آکسیجن (Oxygen)

ایک نامیاتی مرکب میں عام طور سے آکسیجن کی فی صد، کل فی صد ترکیب اور باقی تمام عناصر کی فی صد کے حاصل جمع کے مابین فرق سے معلوم کی جاتی ہے۔ لیکن آکسیجن کا تخمینہ براہِ راست بھی مندرجہ ذیل طریقے سے کیا جاسکتا ہے۔

ایک نامیاتی مرکب کی ایک متعین کمیت کو نائٹروجن گیس کی دھار (Stream) میں گرم کرکے تحلیل کیا جاتا ہے۔ گیسی ماحصلات کے آمیزہ کو جس میں آکسیجن شامل ہوتی ہے، سرخ-گرم (Red-hot) کوک سے گزارا جاتا ہے، جس سے تمام آکسیجن، کاربن ڈائی آکسائڈ میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ یہ آمیزہ گرم آیوڈین پنیٹا آکسائڈ (I_2O_5) سے گزارا جاتا ہے، جس سے کاربن مونو آکسائڈ کی تکسید کاربن ڈائی آکسائڈ میں ہوتی ہے اور آیوڈین بنتی ہے۔

$$\text{مرکب} \xrightarrow{\text{Heat}} O_2 + \text{دیگر گیسی ماحصلات}$$

$$(A)\ 2C + O_2 \xrightarrow{1373\ K} 2CO \times 5$$

$$(B)\ I_2O_5 + 5CO \rightarrow I_2 5CO_2 \times 2$$

مساوات (A) میں CO کا بننا اور مساوات (B) میں استعمال ہونے کو برابر کرنے کے لیے مساوات (A) اور (B) کو بالترتیب 5 اور 2 سے ضرب کیا جاتا ہے۔ ہم نے دیکھا کہ آکسیجن کا ایک مول کاربن مونو آکسائڈ کے دو مول بناتا ہے اس لیے 32 گرام O2 کے اخراج سے 88 گرام آکسیجن حاصل ہوگی۔

فرض کیجیے

m g = نامیاتی مرکب کی لی گئی کمیت

m_1 g = کاربن ڈائی آکسائڈ کی کمیت

88g، کاربن ڈائی آکسائڈ میں آکسیجن 32g ہوتی ہے۔

$$m_1\ g \text{، کاربن ڈائی آکسائڈ میں ہے} = \frac{32\times m_1}{88}\ g\ O_2$$

$$\text{آکسیجن کی فی صد} = \frac{32\times m_1\times100}{88\times m}\%$$

آکسیجن کی فی صد، اس طرح بننے والی آیوڈین کی مقدار سے اخذ کی جاسکتی ہے۔

آج کل ایک نامیاتی مرکب کے اجزا کے تخمینہ کے لیے اشیا کی مائیکرو مقداریں اور خودکار (Automatic) تجرباتی تکنیکیں استعمال کی جاتی ہیں۔ ایک مرکب میں شامل عناصر: کاربن، نائٹروجن اور ہائڈروجن کا تخمینہ ایک آلے کے ذریعے کیا جاتا ہے جس کا نام CHN عنصری تجزیہ کار (CHN Elemental Analyser) ہے۔ تجزیہ کار کو اشیا کی بہت قلیل مقدار درکار ہوتی ہے (1 – 3 mg) اور یہ مختصر وقت میں قدروں کو ایک پردے پر ظاہر کردیتا ہے۔ ان طریقوں سے تفصیلی بحث اس کتاب کے دائرہ کار سے باہر ہے۔

خلاصہ

اس اکائی میں ہم نے شریک گرفت بندش کی وجہ سے تشکیل پانے والے نامیاتی مرکبات کی ساخت اور متعاملیت کے کچھ بنیادی تصورات سیکھے ہیں۔ نامیاتی مرکبات میں شریک گرفت بندش کی فطرت اربٹل کی **مخلوطیت (Orbitals Hybridisation)** کے تصور کی شکل میں بیان کی جاسکتی ہے۔ sp^3، sp^2 اور sp مخلوط اربٹل ہو سکتے ہیں۔ sp^3، sp^2 اور sp مخلوط کاربن بالترتیب Methane، Ethene اور Ethyne جیسے مرکبات میں پائے جاتے ہیں۔ Methane کی ٹیٹرا ہیڈرل شکل، Ethene کی مسطح (Planar) شکل اور Ethyne کی خطی (Linear) شکل کو اس تصور کی بنیاد پر سمجھا جاسکتا ہے۔ ایک sp^3 مخلوط اربٹل، ہائڈروجن کے 1s اربٹل پر منطبق ہوسکتا ہے اور ایک کاربن- ہائڈروجن (C–H) واحد بند (سگما، σ بند) بنا سکتا ہے۔ ایک کاربن کے sp^2 اربٹل کا دوسرے کاربن کے sp^2 اربٹل کے ساتھ انطباق کے نتیجے میں، ایک کاربن- کاربن، σ بند کی تشکیل ہوتی ہے۔ دو متصل کاربن ایٹوں کے غیر مخلوط p اربٹل میں پہلوی (Lateral) (پہلو بہ پہلو) انطباق ہوسکتا ہے۔ جس سے پائی بند (π) حاصل ہوتا ہے۔ نامیاتی مرکبات کو مختلف ساختی فارمولوں کے ذریعے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ نامیاتی مرکبات کا سہ ابعادی اظہار، کاغذ پر **ویج اور ڈیش** (Wedge and Dash) فارمولے کے ذریعے کیا جاسکتا ہے۔

نامیاتی مرکبات کی درجہ بندی، ان کی ساخت، یا ان میں شامل **تفاعلی گروپ** کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔ ایک تفاعلی گروپ وہ ایٹم یا ایک یکتا طور پر آپس میں بندھے ہوئے ایٹوں کا وہ گروپ ہے جو مرکبات کی طبعی اور کیمیائی خاصیتیں متعین کرتا ہے۔ نامیاتی مرکبات کے نام، انٹرنیشنل یونین آف پیور اینڈ اپلائڈ کیمسٹری **(IUPAC)** کے وضع کیے ہوئے قاعدوں کے سیٹ کے مطابق رکھے جاتے ہیں۔ IUPAC تسمیہ میں، ناموں کو ساخت کے ساتھ اس طرح مربوط کیا جاتا ہے کہ پڑھنے والا نام سے ساخت اخذ کر سکے۔

نامیاتی تعامل کے میکانزم کے تصورات، Substrate کے سالمہ کی ساخت، ایک شریک گرفت بند کا انشقاق، حملہ آور ریجنٹ، الیکٹران ہٹاؤ اثرات اور تعامل کی شرائط پر مبنی ہیں۔ ان نامیاتی تعاملات میں شریک گرفت بند کا ٹوٹنا اور بننا شامل ہوتا ہے۔ ایک شریک گرفت بند کو **ہیٹرولائٹک یا ہومولائٹک** طور پر شکست کیا جاسکتا ہے۔ ایک ہیٹرولائٹک شکستگی سے متعامل انٹرمیڈیٹ کی شکل میں متعامل **کاربوکیٹ آین یا کاربنفی آین** ملتے ہیں، جب کہ ہومولائٹک شکستگی سے **آزاد ریڈیکل** حاصل ہوتے ہیں۔ ہیٹرولائٹک شکستگی کے ذریعے ہونے والے تعاملات میں متعامل انواع کے امدادی جوڑے شامل ہوتے ہیں۔ یہ ایک الیکٹران جوڑا معطی (Donor) ہیں جو **نیوکلیوفائل** کہلاتے ہیں اور ایک الیکٹران جوڑا قبول کرنے والے ہیں جو **الیکٹروفائل** کہلاتے ہیں۔ **امالی، گمک، الیکٹرومیرزم اور ہیش بھنگی اثرات**، ایک بند کی تقطیب میں مدد کر سکتے ہیں اور اس طرح کاربن ایٹم یا دوسرے ایٹوں کے کچھ مقامات کو کم یا زیادہ الیکٹران کثافت کے مقامات بنا سکتے ہیں۔

نامیاتی مرکبات کی موٹے طور پر مندرجہ ذیل قسموں میں درجہ بندی کی جاسکتی ہے: **بدل، جمع، خروج اور باز ترتیب تعاملات**۔

نامیاتی مرکبات کی ساخت معلوم کرنے کے لیے ان کو خالص بنانے کا عمل اور ان کا کیفیتی اور مقداری تجزیہ کیا جاتا ہے۔ خالص بنانے کے طریقے جن کے نام ہیں: تصعید، کشید اور تفرقی تلخیص، ایک یا اس سے زائد طبعی خاصیتوں کے فرق پر مبنی ہیں۔ **کرومیٹوگرافی** مرکبات کو علیحدہ کرنے، شناخت کرنے اور خالص بنانے کی ایک کارآمد تکنیک ہے۔ اس کی دو درجوں میں درجہ بندی کی جاتی ہے: سطحی جاذبیت اور تقسیم کرومیٹوگرافی۔ سطحی جاذبیت کرومیٹوگرافی، جاذب پر آمیزے کے مختلف اجزا کی تفرقی جاذبیت پر مبنی ہے۔ تقسیم کرومیٹوگرافی ایک آمیزہ کے مختلف اجزاء کی ساکت اور متحرک ہیئتوں میں لگاتار تقسیم شامل ہے۔ ایک مرکب کو خالص شکل میں حاصل کرنے کے بعد اس میں موجود عناصر کی شناخت کے لیے اس کا کیفیتی تجزیہ کیا جاتا ہے۔ نائٹروجن، سلفر، ہیلوجن اور فاسفورس **Lassagne's** کی جانچ کے ذریعے شناخت کیے جاتے ہیں۔ کاربن اور ہائڈروجن کا تخمینہ، ان سے بنی کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی کی مقدار معلوم کرکے، کیا جاتا ہے نائٹروجن کا تخمینہ، **Duma's** یا **Kjeldahl** کے طریقے سے اور ہیلوجنوں کا **Carius** کے طریقے سے لگایا جاتا ہے۔ سلفر اور فاسفورس کا تخمینہ لگانے کے لیے ان کی تکسید، بالترتیب سلفیورک اور فاسفورک ایسڈ میں کی جاتی ہے۔ آکسیجن کی فی صد عام طور سے کل فی صد (100) میں سے باقی تمام عناصر کی فی صد کے مجموعے کو نفی کرکے معلوم کی جاتی ہے۔

مشقیں

12.1 مندرجہ ذیل مرکبات میں ہر ایک کاربن ایٹم کی مخلوط حالتیں کون سی ہیں؟

$CH_2 = C = O$, $CH_3CH = CH_2$, $(CH_3)_2CO$, $CH_2 = CHCN$, C_6H_6

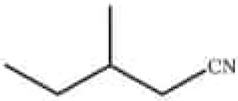
12.2 مندرجہ ذیل سالمات میں σ اور π بند کی نشاندہی کیجیے:

C_6H_6, C_6H_{12}, CH_2Cl_2, $CH_2 = C = CH_2$, CH_3NO_2, $HCONHCH_3$

12.3 مندرجہ ذیل کے لیے بانڈ لائن فارمولا لکھیے:

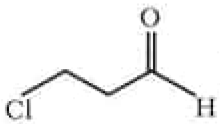
Isopropyl alcohol, 2,3-Dimethyl butanal, Heptan-4-one.

12.4 مندرجہ ذیل مرکبات کے IUPAC نام لکھیے:

(a) 
(b) 

(c) 

(d) 

(e) 

(f) Cl_2CHCH_2OH

12.5 مندرجہ ذیل میں سے متعلقہ مرکب کے لیے کون سا درست IUPAC نام ہے؟

(a) 2,2-Dimethylpentane یا 2-Dimethylpentane (b) 2,4,7-Trimethyloctane یا 2,5,7-Trimethyloctane (c) 2-Chloro-4-methylpentane یا 4-Chloro-2-methylpentane (d) But-3-yn-1-ol یا But-4-ol-1-yne۔

12.6 مندرجہ ذیل مرکبات سے شروع ہونے والے ہر ایک ہم وصف سلسلے کے پہلے پانچ ارکان کے فارمولے لکھیے:

(a) H–COOH (b) CH_3COCH_3 (c) $H–CH = CH_2$

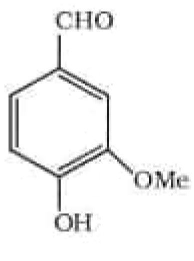
12.7 مندرجہ ذیل کے اختصار شدہ (Condensed) اور بانڈ لائن فارمولے لکھیے اور اگر ان میں کوئی تفاعلی گروپ ہے/ ہیں تو انہیں پہچانیے۔

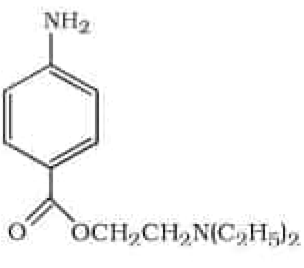
(a) 2,2,4-Trimethylpentane

(b) 2-Hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid

(c) Hexanedial

12.8 مندرجہ ذیل مرکبات میں تفاعلی گروپ کی شناخت کیجیے:

(a) 

(b) 

(c) 

12.9 ان دونوں $O_2NCH_2CH_2O^-$ یا $CH_3CH_2O^-$ میں سے کس کی زیادہ مستحکم ہونے کی امید کی جاسکتی ہے اور کیوں؟

12.10 وضاحت کیجیے کہ جب Alkyl گروپ کسی π نظام سے منسلک ہوتے ہیں تو بطور الیکٹران معطی کیوں کام کرتے ہیں؟

12.11 مندرجہ ذیل مرکبات کے لیے گمک ساخت بنائیے۔ خمیدہ تیر کے نشان کا استعمال کرتے ہوئے الیکٹران منتقلی کو دکھایئے:

(a) C_6H_5OH (b) $C_6H_5NO_2$ (c) $CH_3CH=CHCHO$

(d) C_6H_5-CHO (e) $C_6H_5-\overset{+}{C}H_2$ (f) $CH_3CH=CH\overset{+}{C}H_2$

12.12 الیکٹروفائل اور نیوکلیوفائل کیا ہیں؟ مثالوں کے ذریعے وضاحت کیجیے۔

12.13 مندرجہ ذیل مساوات میں جلی حروف میں لکھے ہوئے کیمیائی ریجنٹ کی شناخت بطور نیوکلیوفائل یا الیکٹروفائل کیجیے:

(a) $CH_3COOH + \mathbf{HO^-} \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$

(b) $CH_3COCH_3 + \overset{-}{\mathbf{C}}\mathbf{N} \rightarrow (CH_3)_2C(CN)(OH)$

(c) $C_6H_5 + \mathbf{CH_3\overset{+}{C}O} \rightarrow C_6H_5COCH_3$

12.14 مندرجہ ذیل تعاملات کی درجہ بندی، اس اکائی میں مطالعہ کی گئی تعاملات کی اقسام کے تحت کیجیے:

(a) $CH_3CH_2Br + HS^- \rightarrow CH_3CH_2SH + Br^-$

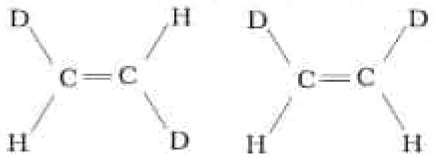
(b) $(CH_3)_2C=CH_2 + HCl \rightarrow (CH_3)_2ClC-CH_3$

(c) $CH_3CH_2Br + HO^- \rightarrow CH_2=CH_2 + H_2O + Br^-$

(d) $(CH_3)_3C-CH_2OH + HBr \rightarrow (CH_3)_2CBrCH_2CH_3 + H_2O$

12.15 مندرجہ ذیل ساختوں کے جوڑوں کے ارکان کے درمیان کیا رشتہ ہے؟ کیا وہ ساختی یا جیومیٹریکل آئسومر ہیں یا گمک میں حصہ لینے والے ہیں؟

(a) 

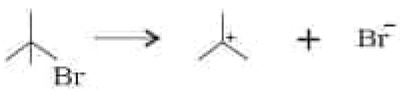
(b) 

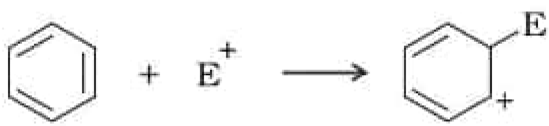
(c) 

12.16 مندرجہ ذیل بند شکستگیوں کے لیے الیکٹران بہاؤ دکھانے کے لیے خمیدہ تیر کا استعمال کیجیے اور ہر ایک کی بطور ہوموسس یا ہیٹرولسس درجہ بندی کیجیے:

(a) $CH_3O-OCH_3 \rightarrow CH_3\dot{O} + \dot{O}CH_3$

(b) 

(c) 

(d) 

12.17 اصطلاحات امالی اثر اور ''الیکٹرومیرک اثر'' کی وضاحت کیجیے۔ Carboxylic Acid کی تیزابیت کی مندرجہ ذیل درست ترتیب کی کون سا الیکٹران ہٹاؤ اثر وضاحت کرتا ہے؟

(a) $Cl_3CCOOH > Cl_2CHCOOH > ClCH_2COOH$

(b) $CH_3CH_2COOH > (CH_3)_2CHCOOH > (CH_3)_3C.COOH$

12.18 مندرجہ ذیل تکنیکوں کے اصول مختصراً بیان کیجیے۔ ہر ایک کی ایک مثال کی مدد سے وضاحت کیجیے:

(a) قلماؤ (b) کشید (c) کروميٹوگرافی

12.19 ایک محلل S میں مختلف حل پذیری کے دو مرکبات کو علیحدہ کرنے میں استعمال ہونے والا طریقہ بیان کیجیے۔

12.20 کشید، تخفیف شدہ دباؤ کے ساتھ کشید اور بھاپ کشید کے مابین کیا فرق ہے؟

12.21 Lassaigne's Test کی کیمسٹری سے بحث کیجیے۔

12.22 ایک نامیاتی مرکب میں نائٹروجن کے تخمینہ کے لیے استعمال ہونے والے (i) ڈیوماس طریقہ اور (ii) Kjeldahl کا طریقہ کے اصولوں کے مابین فرق کیجیے۔

12.23 ایک نامیاتی مرکب میں پائے جانے والے ہیلوجن، سلفر اور فاسفورس کے تخمینہ کے اصول سے بحث کیجیے۔

12.24 پیپر کرومیٹوگرافی کے اصول کی وضاحت کیجیے۔

12.25 ہیلوجن کی جانچ کرنے کے لیے سوڈیم ملخص میں سلور نائٹریٹ ڈالنے سے پہلے نائٹرک ایسڈ کیوں ملایا جاتا ہے؟

12.26 نائٹروجن، سلفر اور ہیلوجنوں کی جانچ کرنے کے لیے ایک نامیاتی مرکب کے دھاتی سوڈیم کے ساتھ گداخت کرانے کی کیا وجہ ہے وضاحت کیجیے۔

12.27 کیلشیم سلفیٹ اور کافور (Camphor) کے آمیزے میں سے اجزا کو الگ کرنے کے لیے ایک مناسب تکنیک کا نام بتایئے۔

12.28 وضاحت کیجیے کہ ایک نامیاتی مرکب کی اپنی بھاپ کشید کے دوران اپنے نقطۂ جوش سے کم درجہ حرارت پر کیوں تبخیر ہو جاتی ہے؟

12.29 کیا CCl_4، سلور نائٹریٹ کے ساتھ گرم کیے جانے پر AgCl کا سفید رسوب دے گا؟ اپنے جواب کی حمایت میں دلائل دیجیے۔

12.30 ایک نامیاتی مرکب میں موجود کاربن کی تخمینہ کے دوران، باہر نکل رہی کاربن ڈائی آکسائڈ کو جذب کرنے کے لیے پوٹاشیم ہائڈرو آکسائڈ کا محلول کیوں استعمال کیا جاتا ہے؟

12.31 لیڈ ایسی ٹیٹ ٹیسٹ کے ذریعے سلفر کی جانچ کرنے کے لیے سوڈیم ملخص کو تیزابی بنانے کے لیے سلفیورک ایسڈ نہیں بلکہ ایسی ٹِک ایسڈ استعمال کرنا کیوں ضروری ہے؟

12.32 ایک نامیاتی مرکب میں 69% کاربن اور 4.8% ہائڈروجن ہے اور باقی آکسیجن ہے۔ اگر اس شے کے 0.2 g کا مکمل احتراق کرایا جائے تو بننے والی کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی کی کمیتوں کا حساب لگایئے۔

12.33 ایک نامیاتی مرکب کے 0.50g کے نمونہ کا Kajeldahl کے طریقے کے مطابق تعامل کرایا گیا۔ بننے والی امونیا کو $0.5M H_2SO_4$ کے 50 mL میں جذب کیا گیا۔ باقی بچے تیزاب کو تعدیل کرنے کے لیے NaOH کے 0.5 M کے محلول کے 60 mL درکار ہیں۔ مرکب میں نائٹروجن کی فی صد ترکیب معلوم کیجیے۔

12.34 کیریس تخمینہ میں ایک نامیاتی کلورو مرکب کے 0.3780 g، سلور کلورائڈ کے 0.5740 g دیتے ہیں۔ مرکب میں موجود کلورین کی فی صد کا حساب لگایئے۔

12.35 کیریس طریقے کے ذریعے سلفر کے تخمینہ میں ایک نامیاتی سلفر مرکب کے g 0.468، بیریم سلفیٹ کے g 0.668 مہیا کراتے ہیں۔ دیے ہوئے مرکب میں سلفر کی فی صد معلوم کیجیے۔

12.36 نامیاتی مرکب $CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - C \equiv CH$، میں $C_2 - C_3$ بند کی تشکیل میں مخلوط ار بٹل کا شامل جوڑا ہے:

(a) $sp - sp^2$ (b) $sp - sp^3$ (c) $sp^2 - sp^3$ (d) $sp^3 - sp^3$

12.37 ایک نامیاتی مرکب میں نائٹروجن کی جانچ کے لیے کیے گئے Lassaigne کے ٹیسٹ میں پرشین بلو رنگ حاصل ہونے کی وجہ ذیل میں سے کس کی تشکیل ہے؟

(a) $Na_4[Fe(CN)_6]$ (b) $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ (c) $Fe_2[Fe(CN)_6]$ (d) $Fe_3[Fe(CN)_6]_4$

12.38 مندرجہ ذیل میں کون سا کاربوکیٹ آین سب سے زیادہ مستحکم ہے:

(a) $(CH_3)_3C\overset{+}{C}H_2$ (b) $(CH_3)_3\overset{+}{C}$

(c) $CH_3CH_2\overset{+}{C}H_2$ (d) $CH_3\overset{+}{C}HCH_2CH_3$

12.39 ایک نامیاتی مرکب کی تخرید (Isolation)، خالص بنانے اور علیحدہ کرنے کی سب سے بہتر اور جدید ترین تکنیک ہے:

(a) قلماؤ (b) کشید (c) تصعید (d) کرومیٹوگرافی

12.40 تعامل: $CH_3CH_2OH + KI$ → $CH_3CH_2OH + KOH (aq)$ کی درجہ بندی کی جاتی ہے بطور

(a) الیکٹروفلک عمل بدل تعامل (b) نیوکلیوفلک تعامل (c) اخراج (d) جمع

اکائی 13

ہائڈروکاربن
(Hydrocarbons)

”ہائڈرو کاربن توانائی کے اہم ماخذ ہیں۔“

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- ہائڈروکاربن کو IUPAC نظامِ تسمیہ کے مطابق نام دے سکیں؛
- الکین، الکین الکائن اور ایرومیٹک ہائڈروکاربن کے آئسومرس کو پہچان سکیں اور ان کی ساخت لکھ سکیں؛
- ہائڈروکاربن کو تیار کرنے کے مختلف طریقوں کو سیکھ سکیں؛
- الکین، الکین، الکائن اور ایرومیٹک ہائڈروکاربن میں ان کی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات کی بنیاد پر تفریق کر سکیں؛
- ایتھین (Ethane) کی مختلف شکلوں کے درمیان فرق کر سکیں اور ان کی شکلیں بنا سکیں؛
- دیگر صنعتی استعمال کے لیے ہائڈروکاربن کے کردار کی توضیح کر سکیں؛
- الیکٹرانی میکانزم کی بنیاد پر غیر متشاکل الکین اور الکائن کے جمعی ماحصل بننے کی پیشین گوئی کر سکیں؛
- بینزین کی ساخت سمجھ سکیں ایرومیٹی کی وضاحت کر سکیں اور بینزین کے الیکٹروفلک بدل تعاملات کے میکانزم کو سمجھ سکیں؛
- اکائی بدل بینزین رنگ میں بدل کے سمتی اثرات بتا سکیں؛
- سمیت اور کارسنوجینیسٹی کے بارے میں سیکھ سکیں۔

’ہائڈروکاربن‘ کی اصطلاح خود وضاحتی ہے جس کا مطلب ہے صرف کاربن اور ہائڈروجن کے مرکبات، ہائڈروکاربن ہماری روز مرہ کی زندگی میں اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ آپ ایندھن کے طور پر استعمال ہونے والی ایل پی جی اور سی این جی سے بخوبی واقف ہیں۔ LPG در اصل Liquified Petroleum Gas کا مخفف ہے جبکہ CNG کا مطلب ہے Compressed Natural Gas۔ ایک دوسری اصطلاح LNG یعنی (Liquified Natural Gas) بھی آج کل استعمال ہو رہی ہے۔ یہ بھی ایک ایندھن ہے اور نیچرل گیس کو رقیق بنا کر استعمال کیا جاتا ہے۔ پیٹرول، ڈیزل اور مٹی کا تیل قشرِ ارض کے نیچے پائے جانے والے پیٹرولیم کی کسری کشید سے حاصل ہوتے ہیں۔ کوئلے کی تخریبی کشید (Destructive distillation) سے کول گیس حاصل ہوتی ہے۔ تیل کے کنوئیں کو برماتے وقت اوپری سطح سے قدرتی گیس حاصل ہوتی ہے۔ دبائے جانے کے بعد یہ گیس کمپریسڈ نیچرل گیس کہلاتی ہے۔ ایل پی جی گھریلو ایندھن کی طرح استعمال ہوتی ہے، جس میں آلودگی سب سے کم ہوتی ہے۔ مٹی کا تیل بھی گھریلو ایندھن کی طرح استعمال ہوتا ہے لیکن اس سے کچھ آلودگی بھی پیدا ہوتی ہے موٹر گاڑیوں میں پیٹرول، ڈیزل اور سی این جی جیسے ایندھن کی ضرورت ہوتی ہے۔ پیٹرول اور سی این جی سے چلنے والی موٹر گاڑیوں سے آلودگی کم ہوتی ہے۔ ان تمام ایندھنوں میں ہائڈروکاربن کے آمیزے ہوتے ہیں جو توانائی کے ماخذ ہیں۔ ہائڈروکاربن کا استعمال پالیتھین، پالیپروپین، پالیسٹرین جیسے پالیمر بنانے میں ہوتا ہے۔ اعلیٰ ہائڈروکاربن روغنوں کے لیے محلل کی طرح استعمال ہوتے ہیں۔ ان کا استعمال بہت سے رنگ اور دوائیوں کی تیاری میں ابتدائی مادے کی طرح ہوتا ہے۔ اس طرح آپ اپنی روز مرہ کی زندگی میں ہائڈرو کاربن کے استعمال

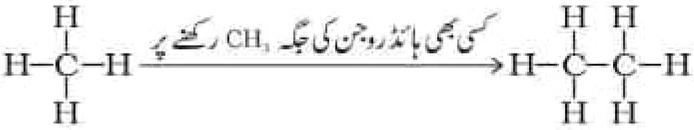
کو بہت اچھی طرح سمجھ گئے ہوں گے۔ اس اکائی میں آپ ہائڈروکاربن کے بارے میں مزید معلومات حاصل کریں گے۔

13.1 درجہ بندی (Classification)

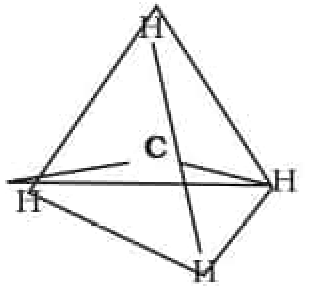
ہائڈروکاربن مختلف قسم کے ہوتے ہیں کاربن-کاربن بند کی قسم کی بنیاد پر ان کی تین خاص زمروں میں درجہ بندی کی گئی ہے۔— (i) سیر شدہ (ii) غیر سیر شدہ (iii) ایرومیٹک ہائڈروکاربن۔ سیر شدہ ہائڈروکاربن میں کاربن-کاربن اور کاربن-ہائڈروجن کے درمیان اکہرا بند ہوتا ہے۔ اگر مختلف کاربن ایٹم ایک دوسرے سے مل کر اکہرے بند پر مشتمل کاربن ایٹموں کی کھلی زنجیر بناتے ہیں تو وہ الکین کہلاتے ہیں جیسا کہ آپ اکائی 12 میں پڑھ چکے ہیں۔ دوسری طرف اگر کاربن ایٹم بند زنجیر یا حلقہ بناتے ہیں تو وہ سائیکلو الکین (Cycloalkane) کہلاتے ہیں۔ غیر سیر شدہ ہائڈروکاربن میں کاربن-کاربن کثیر بند پر مشتمل ہوتے ہیں یعنی — دوہرے بند، تہرے بند یا دونوں۔ ایرومیٹک ہائڈروکاربن سائکلک مرکبات کی ایک مخصوص قسم ہے۔ آپ ان دونوں قسموں (کھلی زنجیر اور بند زنجیر) کے سالموں کے ماڈل ایک بڑی تعداد میں تیار کر سکتے ہیں اگر ذہن میں یہ رکھیں کہ کاربن چہار گرفتی اور ہائڈروجن یک گرفتی ہوتا ہے۔ الکین کے ماڈل بنانے کے لیے آپ بند کے لیے خلال کی تیلی اور کاربن کے لیے پلاسٹک کی گیند کا استعمال کر سکتے ہیں۔ الکین، الکائن اور ایرومیٹک (Aromatic) ہائڈروکاربن کے لیے اسپرنگ ماڈل بنائے جا سکتے ہیں۔

13.2 الکین (Alkanes)

جیسا کہ پہلے ذکر کیا جا چکا ہے، الکین سیر شدہ کھلی زنجیر والے ہائڈروکاربن ہوتے ہیں جن میں کاربن-کاربن کے درمیان اکہرا بند ہے۔ اس خاندان کا پہلا ممبر میتھین (Methane CH_4) ہے۔ میتھین گیس کوئلہ کی کانوں اور دلدلی علاقوں میں پائی جاتی ہے۔ اگر آپ میتھین کی ایک ہائڈروجن کو کاربن سے بدل دیں اور دوسرے کاربن ایٹم کی چار گرفتی حالت کو مطمئن کرنے کے لیے مطلوبہ ہائڈروجن ایٹم بھی شامل کر لیں تو آپ کو کیا حاصل ہوگا؟ آپ کو C_2H_6 حاصل ہوگا۔ یہ ہائڈروکاربن جس کا ضابطہ C_2H_6 ہے ایتھین (Ethane) کہلاتا ہے۔ اس طرح آپ سمجھ سکتے ہیں کہ CH_4 میں ایک H کو $-CH_3$ سے تبدیل کرنے سے C_2H_6 حاصل ہوتا ہے۔ اس نظریاتی مشق کے ذریعہ آپ الکین بناتے جائیے۔ یعنی H کو CH_3- گروپ سے تبدیل کرتے جائیے۔ اگلا سالمہ C_3H_8، C_4H_{10} ...... ہوگا۔



عام حالات میں یہ ہائڈروکاربن غیر عامل ہوتے ہیں کیونکہ یہ تیزاب، اساس یا دیگر ریجنٹ سے تعامل نہیں کرتے۔ اس لیے پہلے انہیں پیرافین (لاطینی زبان میں Parum کا مطلب ہے Little اور Affines کا مطلب ہے Affinity) کے نام سے جانا جاتا تھا۔ کیا آپ الکین خاندان یا ہم وصف سلسلے کے لیے عمومی ضابطہ سوچ سکتے ہیں؟ اگر الکین (Alkane) کے مختلف فارمولوں پر غور کیا جائے تو ہمیں پتہ چلتا ہے کہ الکین کے لیے عمومی ضابطہ C_nH_{2n+2} ہوتا ہے 'n' کی کوئی بھی قدر لی جائے تو یہ مخصوص ہم وصف کو ظاہر کرے گا۔ کیا آپ میتھین کی ساخت کو یاد کر سکتے ہیں؟ VSEPR نظریہ کے مطابق (اکائی 4) میتھین کی ساخت ٹیٹراہیڈرل (شکل 13.1) ہوتی ہے جو ایک کثیر سطحی ہے، جس میں کاربن ایٹم وسط میں ہوتا ہے اور چار ہائڈروجن ٹیٹراہیڈرن کے چاروں کونوں میں ہوتے ہیں۔ تمام H–C–H بندشی زاویے 109.5° کے ہوتے ہیں۔



شکل 13.1 میتھین کی ساخت

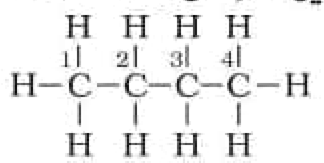
الکین میں ٹیٹراہیڈرا ایک ساتھ جڑے ہوئے ہوتے ہیں جن میں C–C اور C – H بندشی لمبائیاں بالترتیب 154 pm اور 112 pm ہوتی ہیں (اکائی 12)۔ آپ پہلے ہی پڑھ چکے ہیں کہ C – C اور C–H سگما بانڈ کاربن ایٹم کے sp^3 اربٹل اور ہائڈروجن کے 1s اربٹل کے ہیڈ آن اوور لیپنگ سے بنتے ہیں۔

13.2.1 تسمیہ اور آئسومیرزم (Nomenclature and Isomerism)

اکائی 12 میں آپ نامیاتی مرکبات کی مختلف جماعتوں کے تسمیہ کے متعلق پہلے ہی پڑھ چکے ہیں۔ الکین میں تسمیہ اور آئسومیرزم کو کچھ اور مثالوں کی

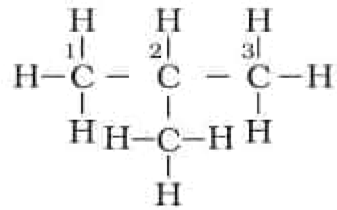
مدد سے مزید سمجھا جاسکتا ہے۔ عام نام قوسین میں دیے گئے ہیں۔ پہلے تین الکین-میتھین، ایتھین اور پروپین کی صرف ایک ہی ساخت ہوتی ہے۔ لیکن بڑے الکین میں ایک سے زیادہ ساختیں ہوسکتی ہیں۔ آیئے ہم C_4H_{10} کی ساخت لکھیں۔ C_4H_{10} کے چار کاربن ایٹم ایک مسلسل زنجیر یا شاخدار زنجیر کے ذریعہ مندرجہ ذیل دو طریقوں سے جڑے ہوئے ہو سکتے ہیں:

I



بیوٹین (n-butane)، (نقطہ جوش 273 K)

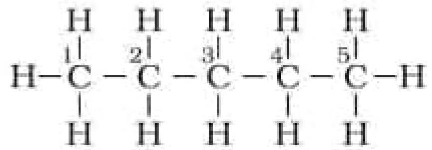
II



2-میتھائل پروپین (Isobutane) (نقطۂ جوش 261 K)

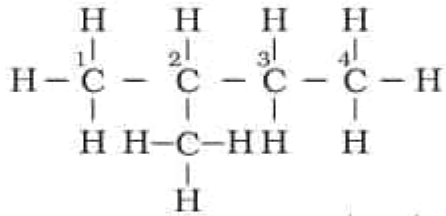
آپ C_5H_{12} کے پانچ کاربن اور بارہ ہائڈروجن ایٹموں کو کتنے طریقوں سے جوڑ سکتے ہیں۔ ان کو تین طریقوں سے ترتیب دی جاسکتی ہے جیسا کہ ساخت III-V میں دکھایا گیا ہے۔

III



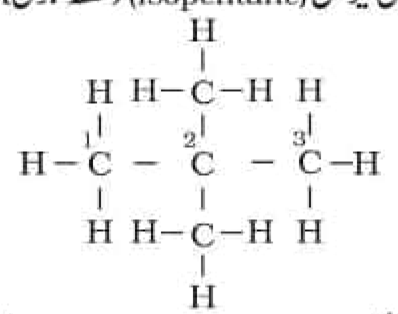
پینٹین (n-Pentane) (نقطہ جوش 309 K)

IV



2-میتھائل بیوٹین (Isopentane) (نقطۂ جوش 301 K)

V



2،2-ڈائی میتھائل پروپین (Neopentane) (نقطۂ جوش 282.5K)

ساخت I اور II کے سالماتی ضابطے یکساں ہیں لیکن ان کے نقطۂ جوش اور دیگر خصوصیات میں فرق ہے۔ اسی طرح ساخت III، IV اور V کے سالماتی ضابطے یکساں ہیں لیکن خصوصیات مختلف ہیں۔ ساخت I اور II بیوٹین کے آئسومر ہیں جبکہ ساختیں III، IV اور V (Pentane) کی آئسومر ہیں۔ ان کی خصوصیات میں فرق چونکہ ساخت کی فرق کی وجہ سے ہوتا ہے لہٰذا یہ ساختی آئسومر (Structural Isomer) کہلاتے ہیں۔ یہ بھی واضح ہے کہ ساخت I اور III میں کاربن کی زنجیر مسلسل ہے جبکہ ساخت II، IV اور V میں زنجیر شاخ دار ہیں۔ ایسے ساختی آئسومر جن میں کاربن ایٹوں کی زنجیر میں فرق ہو زنجیری آئسومر (Chain Isomer) کہلاتے ہیں۔ اس طرح آپ نے دیکھا کہ C_4H_{10} اور C_5H_{12} کے بالترتیب دو اور تین زنجیری آئسومر ہیں۔

مسئلہ 13.1

سالماتی ضابطہ C_6H_{14} کے نظیری الکین کی مختلف زنجیری آئسومر ساختیں لکھیے ان کے IUPAC نام بھی لکھیے۔

حل

(i) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ (n-Hexane)

(ii) $CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_2 - CH_3$ (2-Methylpentane)

(iii) $CH_3 - CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$ (3-Methylpentane)

(iv) $CH_3 - CH(CH_3) - CH(CH_3) - CH_3$ (2, 3-dimethylbutane)

(v) $CH_3 - C(CH_3)_2 - CH_2 - CH_3$ (2, 2-Dimethylbutane)

ایک کاربن ایٹم سے منسلک کاربن ایٹم کی تعداد کی بنیاد پر کاربن ایٹم ابتدائی (1°)، ثانوی (2°)، ثلاثی (3°) یا اربعی (4°) کہلاتے ہیں۔ کاربن ایٹم جو کسی دوسرے کاربن ایٹم سے منسلک نہیں ہوتا جیسے کہ میتھین

(Methane) میں یا صرف ایک کاربن سے منسلک ہوتا ہے جیسے کہ ایتھین (Ethane) میں وہ ابتدائی کاربن ایٹم کہلاتا ہے۔ ٹرمنل کاربن ایٹم ہمیشہ ابتدائی ہوتے ہیں۔ وہ کاربن ایٹم جو دو کاربن ایٹموں سے منسلک ہوتے ہیں ثانوی کہلاتے ہیں۔ ثلاثی کاربن تین کاربن ایٹموں کے ساتھ اور نیو (neo) یا اربعی کاربن ایٹم چار کاربن ایٹموں کے ساتھ منسلک ہوتے ہیں۔ کیا آپ I سے V تک ساختوں میں 1°، 2°، 3° یا 4° کاربن ایٹموں کی شناخت کر سکتے ہیں؟ جیسے جیسے آپ بڑے الکین (Alkane) کی ساختیں بناتے جائیں گے آپ کو آئسومر کی تعداد میں اضافہ ملے گا۔ C_6H_{14} کے پانچ آئسومر ہیں، C_7H_{16} کے 9 آئسومر ہیں۔ $C_{10}H_{22}$ کے 75 تک آئسومر ممکن ہیں۔

ساخت II، IV اور V میں آپ نے دیکھا کہ $-CH_3$ گروپ کاربن ایٹم نمبر 2 سے منسلک ہے۔ آپ کو ایسے گروپ جیسے $-CH_3$، $-C_3H_7$ وغیرہ

مسئلہ 13.2

C_5H_{11} سالماتی ضابطہ والے مرکب کے مختلف آئسومیرک الکائل گروپ کی ساختیں لکھیے۔ زنجیر کے مختلف کاربن ایٹم کے ساتھ OH- گروپ منسلک کر کے حاصل ہونے والے الکوحل کے IUPAC نام لکھیے:

C_5H_{11} گروپ کی ساختیں	نظیری الکوحل	حل
(i) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	Pentan-1-ol
(ii) $CH_3-\underset{\mid}{CH}-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3-\underset{OH}{\underset{\mid}{CH}}-CH_2-CH_2-CH_3$	Pentan-2-ol
(iii) $CH_3-CH_2-\underset{\mid}{CH}-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH_2-\underset{OH}{\underset{\mid}{CH}}-CH_2-CH_3$	Pentan-3-ol
(iv) $CH_3-\overset{CH_3}{\overset{\mid}{CH}}-CH_2-CH_2-$	$CH_3-\overset{CH_3}{\overset{\mid}{CH}}-CH_2-CH_2-OH$	3-Methylbutan-1-ol
(v) $CH_3-CH_2-\overset{CH_3}{\overset{\mid}{CH}}-CH_2-$	$CH_3-CH_2-\overset{CH_3}{\overset{\mid}{CH}}-CH_2-OH$	2-Methylbutan-1-ol
(vi) $CH_3-\overset{CH_3}{\overset{\mid}{\underset{\mid}{C}}}-CH_2-CH_3$	$CH_3-\overset{CH_3}{\overset{\mid}{\underset{OH}{\underset{\mid}{C}}}}-CH_2-CH_3$	2-Methylbutan-2-ol
(vii) $CH_3-\overset{CH_3}{\overset{\mid}{\underset{CH_3}{\underset{\mid}{C}}}}-CH_2-$	$CH_3-\overset{CH_3}{\overset{\mid}{\underset{CH_3}{\underset{\mid}{C}}}}-CH_2OH$	2,2- Dimethylpropan-1-ol
(viii) $CH_3-\overset{CH_3}{\overset{\mid}{CH}}-CH-CH_3$	$CH_3-\overset{CH_3}{\overset{\mid}{CH}}-\overset{OH}{\overset{\mid}{CH}}-CH_3$	3-Methylbutan-2-ol

ملیں گے جو الکین یا مرکبات کی دوسری اقسام میں کاربن ایٹم سے منسلک ہوتے ہیں۔ یہ گروپ Substituent الکائل گروپ کہلاتے ہیں کیونکہ یہ الکین (Alkane) سے ایک ہائڈروجن کے خارج ہونے سے بنتے ہیں۔ الکائل گروپ کے لیے عمومی ضابطہ C_nH_{2n+1} (اکائی 12) ہوتا ہے۔

آیئے تسمیہ کے ان چند عام اصولوں کو دوبارہ یاد کریں۔ جن پر ہم اکائی 12 میں بحث کر چکے ہیں۔ بدل شدہ (Substituted) الکینوں کا تسمیہ مندرجہ ذیل مسئلہ کو حل کر کے بہتر طور پر سمجھا جاسکتا ہے۔

مسئلہ 13.3

مندرجہ ذیل مرکبات کے IUPAC نام لکھیے:

(i) $(CH_3)_3 C CH_2C(CH_3)_3$

(ii) $(CH_3)_2 C (C_2H_5)_2$

(iii) tetra – *tert*-butylmethane

حل

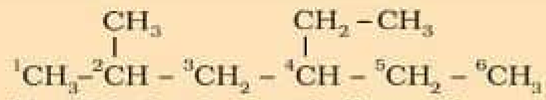
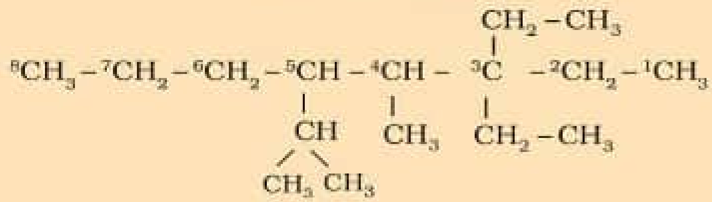
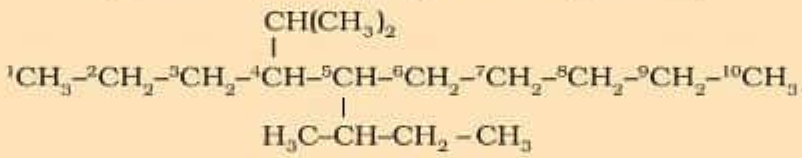
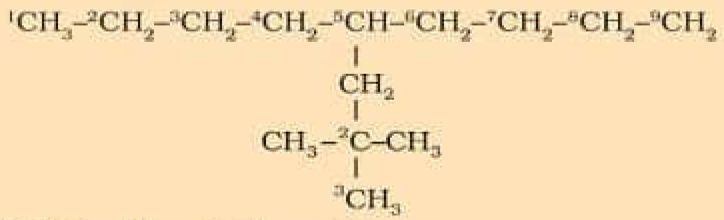
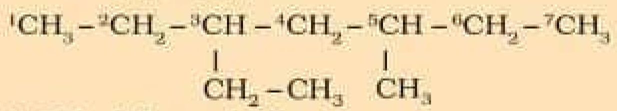
(i) 2, 2, 4, 4-Tetramethylpentane

(ii) 3, 3-Dimethylpentane

(iii) 3,3-Di-tert-butyl-2, 2, 4, 4 - tetramethylpentane

اگر کسی دی ہوئی ساخت کے لیے صحیح IUPAC نام رکھنا ضروری ہے تو اتنا ہی ضروری یہ بھی ہے کہ دیے گئے IUPAC ناموں کے لیے صحیح ساخت بنائی جائے۔ ایسا کرنے کے لیے سب سے پہلے کاربن ایٹم کی سب سے لمبی زنجیر کے مطابق اصل الکین لکھا جاتا ہے۔ پھر اس کو عدد دینے کے بعد صحیح کاربن ایٹم سے بدل منسلک کردیے جاتے ہیں اور آخر میں ہر ایک کاربن ایٹم کی گرفت مطمئن کرنے کے لیے ہائڈروجن ایٹموں کی صحیح تعداد لکھی جاتی ہے۔ اسے مندرجہ ذیل اقدام میں

جدول 13.1 چند نامیاتی مرکبات کے تسمیے

	ساخت اور IUPAC نام	ریمارک
(a)	 (4 – Ethyl – 2 – methylhexane)	کمترین حاصل جمع اور حرف تہجی ترتیب
(b)	 (3,3-Diethyl-5-isopropyl-4-methyloctane)	کمترین حاصل جمع اور حرف تہجی کی ترتیب
(c)	 5-*sec*- Butyl-4-isopropyldecane	Sec کو حرف تہجی ترتیب کے وقت ملحوظ نہیں رکھا جاتا ہے؛ آئسو پروپائل کو ایک لفظ تصور کیا جاتا ہے۔
(d)	 5-(2,2- Dimethylpropyl)nonane	جانبی زنجیر کے بدل کو مزید عدد دیے گئے ہیں
(e)	 3-Ethyl-5-methylheptane	حرف تہجی کی ترجیحی ترتیب

3-ethyl-2, 2-dimethylpentane کی ساخت لکھ کر واضح کیا جا سکتا ہے۔

(i) پانچ کاربن ایٹموں کی زنجیر بنایئے: C – C – C – C – C

(ii) کاربن ایٹم کو عدد دیجیے: $C^1 - C^2 - C^3 - C^4 - C^5$

(iii) کاربن نمبر 3 سے ایتھائل گروپ اور کاربن نمبر 2 سے دو میتھائل گروپ منسلک کیجیے۔

$$\begin{array}{ccccccccc} & & CH_3 & & & & & & \\ & & | & & & & & & \\ C^1 & - & {}^2C & - & {}^3C & - & {}^4C & - & {}^5C \\ & & | & & | & & & & \\ & & CH_3 & & C_2H_5 & & & & \end{array}$$

(iv) ہر ایک کاربن ایٹم کی گرفت کو مطمئن کرنے کے لیے اس کے ساتھ مطلوبہ H ایٹم منسلک کیجیے:

$$\begin{array}{ccccccccc} & & CH_3 & & & & & & \\ & & | & & & & & & \\ CH_3 & - & C & - & CH & - & CH_2 & - & CH_3 \\ & & | & & | & & & & \\ & & CH_3 & & C_2H_5 & & & & \end{array}$$

اس طرح ہمیں ایک صحیح ساخت حاصل ہوتی ہے۔ اگر آپ دیے گئے نام سے ساخت بنانے کے عمل کو سمجھ گئے ہیں تو مندرجہ ذیل مسئلہ کو حل کرنے کی کوشش کیجیے۔

مسئلہ 13.4

مندرجہ ذیل مرکبات کے ساختی ضابطے لکھیے:

(i) 3, 4, 4, 5–Tetramethylheptane

(ii) 2,5-Dimethylhexane

حل

$$\text{(i)}\quad \begin{array}{ccccccccccccc} & & & & & & CH_3 & & & & & & \\ & & & & & & | & & & & & & \\ CH_3 & - & CH_2 & - & CH & - & C & - & CH & - & CH & - & CH_3 \\ & & & & | & & | & & | & & & & \\ & & & & CH_3 & & CH_3 & & CH_3 & & & & \end{array}$$

$$\text{(ii)}\quad \begin{array}{ccccccccccc} & & CH_3 & & & & & & CH_3 & & \\ & & | & & & & & & | & & \\ CH_3 & - & CH & - & CH_2 & - & CH_2 & - & CH & - & CH_3 \end{array}$$

مسئلہ 13.5

مندرجہ ذیل ہر ایک مرکب کے لیے ساختیں لکھیے۔ ان کو دیے گئے نام کیوں غلط ہیں؟ صحیح IUPAC نام لکھیے۔

(i) 2-Ethylpentane

(ii) 5-Ethyl – 3-methylheptane

حل

$$\text{(i)}\quad \begin{array}{ccccccccc} CH_3 & - & CH & - & CH_2 & - & CH_2 & - & CH_3 \\ & & | & & & & & & \\ & & C_2H_5 & & & & & & \end{array}$$

سب سے لمبی زنجیر میں 6 کاربن ایٹم ہیں، پانچ نہیں ہیں لہٰذا صحیح نام ہوگا 3-Methylhexane۔

$$\text{(ii)}\quad \begin{array}{ccccccccccccc} 7 & & 6 & & 5 & & 4 & & 3 & & 2 & & 1 \\ CH_3 & - & CH_2 & - & CH & - & CH_2 & - & CH & - & CH_2 & - & CH_3 \\ & & & & | & & & & | & & & & \\ & & & & CH_3 & & & & C_2H_5 & & & & \end{array}$$

نمبر شماری اس سرے سے شروع ہوگی جو ایتھائل گروپ کو سب سے کم عدد دے گا، لہٰذا صحیح نام ہوگا 3-Ethyl-5-methylheptane

13.2.2 تیاری (Preparation)

الکین کے اہم ماخذ اگرچہ پیٹرولیم اور قدرتی گیس ہیں؛ تاہم الکین کو مندرجہ ذیل طریقوں سے بھی تیار کیا جا سکتا ہے۔

1. غیر سیر شدہ ہائڈرو کاربن سے (From Unsaturated Hydrocarbons)

الکین اور الکائن میں پلاٹینم، پیلیڈیم یا نکل کے پاؤڈر کی موجودگی میں ڈائی ہائڈروجن ملانے سے الکین حاصل ہوتے ہیں۔ اس عمل کو ہائڈروجنیشن (Hydrogenation) کہتے ہیں۔ یہ دھاتیں ہائڈروجن گیس کو اپنی سطح پر جذب کر لیتی ہیں اور ہائڈروجن-ہائڈروجن بانڈ کو ایکٹیویٹ کر دیتی ہیں پلاٹینم اور پیلیڈیم کمرہ کے درجہ حرارت پر تعامل کے لیے وسیط کا کام کرتے ہیں لیکن نکل وسیط کے لیے نسبتاً اعلیٰ درجۂ حرارت اور دباؤ کی ضرورت ہوتی ہے۔

$$\underset{\text{(Ethene)}}{CH_2 = CH_2} + H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} \underset{\text{(Ethane)}}{CH_3 - CH_3} \qquad (13.1)$$

$$\underset{\text{(Propene)}}{CH_3 - CH = CH + H_2} \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} \underset{\text{(Propane)}}{CH_3 - CH_2 - CH_3} \qquad (13.2)$$

$$CH_3-C\equiv C-H+H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} CH_3-CH_2-CH_3$$

(Propyne) (Propane) (13.3)

2. الکائل، ہیلائڈ سے (From Alkyl Halides)

(i) الکائل ہیلائڈ (سوائے فلورائڈ کے) زِنک اور ہلکے ہائڈروکلورک ایسڈ کے ساتھ تحویل ہو کر الکین دیتے ہیں۔

$$CH_3-Cl+H_2 \xrightarrow{Zn,\ H^+} CH_4+HCl \quad (13.4)$$

Chloromethane Methane

$$C_2H_5-Cl+H_2 \xrightarrow{Zn,\ H^+} C_2H_6+HCl \quad (13.5)$$

Chloroethane Ethane

$$CH_3CH_2CH_2Cl+H_2 \xrightarrow{Zn,\ H^+} CH_3CH_2CH_3+HCl$$

Chloropropane Propane

(13.6)

(ii) الکائل ہیلائڈ خشک ایتھیریل (نمی سے آزاد) محلول میں سوڈیم کے ساتھ تعامل کر کے بڑے الکین دیتے ہیں۔ اس تعامل کو وُرٹز تعامل (Wurtz Reaction) کہتے ہیں اور اسے کاربن کے جُفت عدد والے بڑے الکین کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔

$$CH_3Br+2Na+BrCH_3 \xrightarrow{dry\ ether} CH_3-CH_3+2NaBr$$

Bromomethane Ethane (13.7)

$$C_2H_5Br+2Na+BrC_2H_5 \xrightarrow{dry\ ether} C_2H_5-C_2H_5$$

Bromoethane n-Butane (13.8)

اگر دو مختلف الکائل ہیلائڈ لیے جائیں تو کیا ہوگا؟

3. کاربوکزلک ایسڈ سے (From Carboxylic Acids)

(i) کاربوکزلک ایسڈ کے سوڈیم نمک سوڈا لائم (سوڈیم ہائڈرا کسائڈ اور کیلشیم آکسائڈ کا آمیزہ) کے ساتھ گرم کرنے پر الکین دیتے ہیں جن میں کاربن ایٹم کی تعداد کاربوکزلک ایسڈ کے کاربن ایٹموں سے ایک کم ہوتی ہے۔ کاربوکزلک ایسڈ سے کاربن ڈائی آکسائڈ کے اخراج کے اس عمل کو ڈی کاربوکزیلیشن (Decarboxylation) کہتے ہیں۔

$$CH_3COO^-Na^+ + NaOH \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_4 + Na_2CO_3$$

Sodium Ethanoate

مسئلہ 13.6

پروپین کی تیاری کے لیے کون سے تیزاب کے سوڈیم نمک کی ضرورت ہوگی؟ کیمیائی تعاملات کے لیے مساوات لکھیے۔

حل

Butanoic Acid،

$$CH_3CH_2CH_2COO^-Na^+ + NaOH \xrightarrow{CaO} CH_3CH_2CH_3 + Na_2CO_3$$

(ii) کولبے کا برق پاشیدگی کا طریقہ (Kolbe's electrolytic method) کاربوکزلک ایسڈ کے سوڈیم یا پوٹاشیم کے آبی محلول برق پاشی کے بعد اینوڈ پر الکین دیتے ہیں جن میں کاربن ایٹموں کی تعداد جُفت ہوتی ہے۔

$$\underset{\text{سوڈیم ایسیٹیٹ}}{2CH_3COO^-Na^+} + 2H_2O \xrightarrow{\text{برق پاشیدگی}} CH_3-CH_3+2CO_2+H_2+2NaOH \quad (13.9)$$

یہ تعامل مندرجہ ذیل راستہ اختیار کرتا ہے:

(i) $$2CH_3COO^-Na^+ \rightleftharpoons 2CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O^- + 2Na^+$$

(ii) اینوڈ پر:

$$2CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O^- \xrightarrow{-2e^-} 2CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-\dot{O}: \longrightarrow 2\dot{C}H_3+2CO_2\uparrow$$

Acetate ion Acetate free radical Methyl free radical

(iii) $$H_3\dot{C}+\dot{C}H_3 \longrightarrow H_3C-CH_3\uparrow$$

(iv) کیتھوڈ پر

$$H_2O+e^- \rightarrow {}^-OH+\dot{H}$$

$$2\dot{H} \xrightarrow{+2e^-} H_2\uparrow$$

اس طریقہ سے میتھین (CH_4) نہیں بنائی جا سکتی۔ کیوں؟

13.2.3 خصوصیات (Properties)

طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

الکین تقریباً غیر قطبی سالمے ہوتے ہیں کیونکہ C – C اور C – H بند کی فطرت شریک گرفت ہوتی ہے اور کاربن اور ہائڈروجن کی برقی منفیت میں بہت کم فرق ہوتا ہے۔ ان میں کمزور ون ڈر والز قوتیں ہوتی ہیں۔ ان کمزور قوتوں کی بدولت شروع کے چار ممبر C_1 سے C_4 تک گیسیں ہوتی ہیں، C_5 سے C_{17} تک رقیق ہوتے ہیں اور وہ جن میں کاربن ایٹموں کی تعداد 18 یا اس سے زیادہ ہوتی ہے 298 K پر ٹھوس ہوتے ہیں۔ یہ بے رنگ اور بغیر بُو والے ہوتے ہیں۔ آپ کے خیال میں الکین کی غیر قطبی فطرت کے اعتبار سے پانی میں ان کی حل پذیری کیا ہوگی؟ پیٹرول ہائڈروکاربن کا آمیزہ ہوتا ہے اور موٹر گاڑیوں میں ایندھن کی طرح استعمال ہوتا ہے۔ پیٹرول اور پیٹرولیم کے زیریں کسریں ماڈے کپڑوں سے چکنائی کے دھبے ہٹانے کے لیے ڈرائی کلینگ میں استعمال کیے جاتے ہیں۔ ان مشاہدات کی بنیاد پر آپ کا چکنے ماڈوں کی فطرت کے بارے میں کیا خیال ہے؟ آپ صحیح ہیں اگر آپ یہ کہتے ہیں کہ چکنائی (Grease) (بڑے الکین کا آمیزہ) غیر قطبی ہے، لہٰذا، فطرتاً آب گریز ہوتے ہیں۔ محلل میں اشیا کی حل پذیری سے متعلق یہ ایک عام مشاہدہ ہے کہ قطبی اشیا قطبی محلل میں حل پذیر ہوتی ہیں جبکہ غیر قطبی اشیاء غیر قطبی محلل میں حل پذیر ہوتی ہیں یعنی 'ایک شے اسی جیسی شے کو حل کرتی ہے'۔

جدول 13.2 میں مختلف الکین کے نقطۂ جوش دیے گئے ہیں جس سے یہ صاف ظاہر ہے کہ سالماتی کمیت میں اضافے کے ساتھ نقطۂ جوش میں بھی مسلسل اضافہ ہو رہا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ سالماتی سائز یا سالموں کی سطح کے رقبہ میں اضافہ کے ساتھ ساتھ بین سالماتی وَن ڈر والز قوتیں بھی بڑھتی ہیں۔

آپ پنٹین کے تین آئسومر (پنٹین، 2- میتھائل بیوٹین اور 2،2-ڈائی میتھائل پروپین) کے نقطۂ جوش پر ایک نظر ڈال کر ایک دلچسپ مشاہدہ کر سکتے ہیں کہ پنٹین کا جس میں پانچ کاربن ایٹموں کی مسلسل زنجیر ہے نقطۂ جوش سب سے زیادہ (309.1 K) ہے جبکہ 2،2-ڈائی میتھائل پروپین K 282.5 پر اُبلتی ہے۔ دو شاخدار زنجیروں کی تعداد میں اضافے کے ساتھ، سالمہ ایک کرہ کی شکل اختیار کرتا ہے۔ اس کے نتیجہ میں رابطہ کا رقبہ کم ہو جاتا ہے لہٰذا گول سالموں کے درمیان بین سالماتی قوتوں پر نسبتاً کم درجۂ حرارت پر قابو پالیا جاتا ہے۔

کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

جیسا کہ پہلے بتایا جا چکا ہے الکین عام طور پر تیزاب، اساس، تکسیدی اور تحویلی ایجنٹ کے تئیں غیر عامل ہوتے ہیں۔ تاہم کچھ حالات میں یہ مندرجہ ذیل تعامل دکھاتے ہیں۔

1. بدل تعامل (Substitution Reactions)

الکین کے ایک یا ایک سے زیادہ ہائڈروجن ایٹم، ہیلوجن، نائٹرو گروپ اور سلفونک ایسڈ گروپ سے بدلے جا سکتے ہیں۔ ہیلوجینیشن یا تو اونچے درجۂ حرارت (573-773K) یا نفوذ شدہ سورج کی روشنی یا UV روشنی میں ہوتا ہے۔ چھوٹے الکین میں نائٹریشن اور سلفونیشن تعاملات نہیں ہوتے۔ وہ تعاملات جن میں الکین کے ہائڈروجن ایٹم بدل دیے جاتے ہیں بدل تعاملات (Substitution Reaction) کہلاتے ہیں۔ مثال کے طور پر میتھین کا کلورنیشن ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

ہیلوجنیشن (Halogenation)

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl$$
(Chloromethane) (13.10)

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_2Cl_2 + HCl$$
(Dichloromethane) (13.11)

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CHCl_3 + HCl$$
(Trichloromethane) (13.12)

$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CCl_4 + HCl$$
(Tetrachloromethane) (13.13)

$$CH_3\text{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3\text{-}CH_2Cl + HCl$$
(Chloroethane) (13.14)

ہیلوجن سے الکین کے تعامل کی شرح $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ پائی گئی ہے۔ الکین کے ہائڈروجن کی تبدیلی کی شرح $3° > 2° > 1°$ ہے۔ فلورینیشن اتنا شدید ہوتا ہے کہ اسے قابو میں کرنا دشوار ہوتا ہے۔ آیوڈینیشن بہت سُست اور رجعتی ہوتا ہے۔ یہ HIO_3 یا HNO_3 جیسے تکسیدی ایجنٹ کی موجودگی میں کیا جا سکتا ہے۔

$$CH_4 + I_2 \rightleftharpoons CH_3I + HI \qquad (13.15)$$

$$HIO_3 + 5HI \rightarrow 3I_2 + 3H_2O \qquad (13.16)$$

جدول 13.2 الکین کے نقطۂ گداخت اور نقطۂ جوش میں تغیر

سالماتی فارمولہ	نام	سالماتی کمیت/u	نقطۂ جوش (K)	m.p./(K)
CH_4	Methane	16	111.0	90.5
C_2H_6	Ethane	30	184.4	101.0
C_3H_8	Propane	44	230.9	85.3
C_4H_{10}	Butane	58	272.4	134.6
C_4H_{10}	2-Methylpropane	58	261.0	114.7
C_5H_{12}	Pentane	72	309.1	143.3
C_5H_{12}	2-Methylbutane	72	300.9	113.1
C_5H_{12}	2,2-Dimethylpropane	72	282.5	256.4
C_6H_{14}	Hexane	86	341.9	178.5
C_7H_{16}	Heptane	100	371.4	182.4
C_8H_{18}	Octane	114	398.7	216.2
C_9H_{20}	Nonane	128	423.8	222.0
$C_{10}H_{22}$	Decane	142	447.1	243.3
$C_{20}H_{42}$	Eicosane	282	615.0	236.2

ہیلوجنیشن آزاد ریڈیکل زنجیری میکانزم کے ذریعے ہی کیا جاسکتا ہے جس میں تین اقدامات شامل ہوتے ہیں؛ آغاز، اشاعت اور اختتام، جیسا کہ ذیل میں دیا گیا ہے۔

میکانزم (Mechanism)

(i) آغاز **(Initiation)**: تعامل کا آغاز سورج یا حرارت کی توانائی کی موجودگی میں کلورین کے سالمے کی ہومولسس سے ہوتا ہے۔ Cl – Cl بانڈ C – C اور C – H بانڈ سے کمزور ہوتا ہے لہٰذا ٹوٹنا آسان ہوتا ہے۔

$$Cl-Cl \xrightarrow[\text{ہومولسس}]{h\nu} \dot{C}l + \dot{C}l$$

کلورین آزاد ریڈیکل

(ii) اشاعت **(Propagation)**: کلورین کے آزاد ریڈیکل میتھین کے سالمہ پر حملہ کرتے ہیں اور C–H بانڈ کو توڑتے ہوئے تعامل کو آگے بڑھاتے ہیں اور میتھائل کے آزاد ریڈیکل حاصل ہوتے ہیں اور H – Cl بنتا ہے۔

$$CH_4 + \dot{C}l \xrightarrow{h\nu} \dot{C}H_3 + H-Cl \qquad (a)$$

اس طرح حاصل ہونے والا میتھائل ریڈیکل کلورین کے دوسرے سالمہ پر حملہ کرتا ہے اور $CH_3 - Cl$ بناتا ہے۔ اس کے ساتھ کلورین کے سالمے کی ہومولسس سے ایک اور کلورین کا آزاد ریڈیکل حاصل ہوتا ہے۔

$$\dot{C}H_3 + Cl-Cl \xrightarrow{h\nu} CH_3-Cl + \dot{C}l \qquad (b)$$

کلورین آزاد ریڈیکل

مندرجہ بالا اقدام میں تیار ہونے والے کلورین اور میتھین کے آزاد ریڈیکل قدم (a) اور (b) کو بالترتیب دہراتے ہیں اور اس طرح تعامل کی ایک زنجیر قائم ہو جاتی ہے۔ قدم (a) اور (b) اشاعت کے وہ اقدامات ہیں جو براہِ راست اصل ماحصلات دیتے ہیں، لیکن بہت سے دوسرے اقدام بھی ممکن ہیں اور ہو سکتے ہیں۔ ایسے ہی دو اقدامات مندرجہ ذیل ہیں جو بہت زیادہ ہیلوجن شدہ ماحصل کی وضاحت کرتے ہیں۔

$$CH_3Cl + \dot{C}l \rightarrow \dot{C}H_2Cl + HCl$$

$$\dot{C}H_2Cl + Cl-Cl \rightarrow CH_2Cl_2 + \dot{C}l$$

(iii) اختتام **(Termination)**: کچھ دیر بعد تعامل رک جاتا ہے کیونکہ یا تو متعامل استعمال ہو چکے ہوتے ہیں یا مندرجہ ذیل جانبی تعاملات جاری رہتے ہیں:

زنجیر کے ممکنہ اختتامی اقدامات اس طرح ہوتے ہیں:

$$\dot{C}l + \dot{C}l \rightarrow Cl-Cl \qquad (a)$$

$$H_3\dot{C} + \dot{C}H_3 \rightarrow H_3C-CH_3 \qquad (b)$$

$$H_3\dot{C} + \dot{C}l \rightarrow H_3C-Cl \qquad (c)$$

قدم (c) میں اگرچہ ایک ماحصل CH_3Cl بنتا ہے لیکن آزاد ریڈیکل استعمال ہو جاتے ہیں اور تعامل اختتام کو پہنچ جاتا ہے۔ مندرجہ بالا طریقہ ہمیں یہ سمجھنے میں مدد کرتا ہے کہ میتھین کے کلورینیشن میں ضمنی ماحصل کے طور پر ایتھین (Ethane) کے اضافی ماحصل بننے کی وجوہات کیا ہیں۔

2. احتراق (Combustion)

ہوا یا ڈائی آکسیجن کی موجودگی میں گرم کرنے پر الکین مکمل طور پر تکسید ہو کر کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی کے ساتھ بہت بڑی مقدار میں حرارت پیدا کرتے ہیں۔

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l);$$
$$\Delta_c H^{\ominus} = -890\ kJ\ mol^{-1} \quad (13.17)$$

$$C_4H_{10}(g) + 13/2\ O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(l);$$
$$\Delta_c H^{\ominus} = -2875.84\ kJ\ mol^{-1} \quad (13.18)$$

کسی بھی الکین کے لیے ایک عام احتراق مساوات اس طرح ہوگی:

$$C_nH_{2n+2} + \left(\frac{3n+1}{2}\right)O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)\ H_2O \quad (13.19)$$

احتراق کے دوران بہت زیادہ مقدار میں حرارتی توانائی کے اخراج کی وجہ سے الکین ایندھن کے طور پر استعمال کیے جاتے ہیں۔

ناکافی مقدار میں ہوا یا ڈائی آکسیجن کی موجودگی میں الکین کے نامکمل احتراق سے کاربن بلیک حاصل ہوتا ہے جو روشنائی، پرنٹر کی روشنائی، سیاہ پگمنٹ اور فلٹر کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔

$$CH_4(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نامکمل احتراق}} C(s) + 2H_2O(l) \quad (13.20)$$

3. اختیاری تکسید (Controlled Oxidation)

الکین کو جب مناسب وسیط کی موجودگی میں بہت زیادہ دباؤ پر ڈائی آکسیجن یا ہوا کی منظم مقدار میں گرم کیا جاتا ہے تو مختلف قسم کے تکسیدی ماحصل پیدا ہوتے ہیں۔

$$2CH_4 + O_2 \xrightarrow{Cu/523K/100atm} 2CH_3OH \quad (i)$$
Methanol (13.21)

$$CH_4 + O_2 \xrightarrow[\Delta]{Mo_2O_3} HCHO + H_2O \quad (ii)$$
Methanal (13.22)

$$2CH_3CH_3 + 3O_2 \xrightarrow[\Delta]{(CH_3COO)_2Mn} 2CH_3COOH + 2H_2O \quad (iii)$$
Ethanoic Acid (13.23)

(iv) عام الکین (Alkane) تکسید کی مزاحمت کرتے ہیں لیکن وہ الکین جن میں ثلاثی (Tertiary) ہائڈروجن ایٹم (3°) ہوتے ہیں پوٹاشیم پرمینگنیٹ کے ذریعہ تکسید ہو کر نظیری الکوحل بناتے ہیں۔

$$(CH_3)_3CH \xrightarrow[\text{Oxidation}]{KMnO_4} (CH_3)_3COH$$
2-Methylpropane → 2-Methylpropan-2-ol (13.24)

4. آئسومیرائزیشن (Isomerisation)

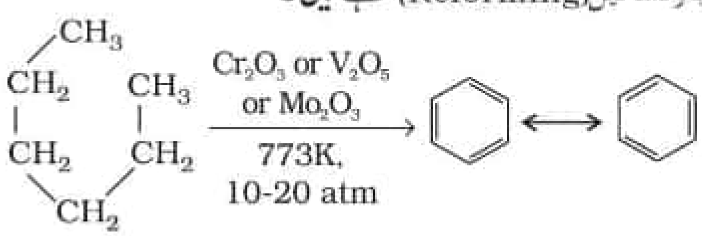
n-الکین نابیدہ ایلومینیم کلورائڈ اور ہائڈروجن کلورائڈ گیس کی موجودگی میں گرم ہو کر آئسومیرائز (Isomerise) ہو جاتے ہیں اور زنجیری الکین دیتے ہیں۔ بڑے ماحصل مندرجہ ذیل ہیں۔ کچھ چھوٹے ماحصل بھی ممکن ہیں جن کے بارے میں آپ سوچ سکتے ہیں۔ چھوٹے ماحصل عام طور پر نامیاتی تعاملات میں دکھائے نہیں جاتے۔

$$CH_3(CH_2)_4CH_3 \xrightarrow{Anhy.\ AlCl_3/HCl}$$
n-Hexane

$$CH_3CH(CH_3)-(CH_2)_2-CH_3 + CH_3CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$$
2-Methylpentane, 3-Methylpentane (13.25)

5. ایرومیٹائزیشن (Aromatisation)

n-الکین جن میں چھ یا زیادہ کاربن ایٹم ہوتے ہیں 10-20 فضائی دباؤ پر، وینیڈیم، مولبڈینم یا کرومیم کے آکسائڈ کی موجودگی میں ایلومینا کی مدد سے 773 K درجۂ حرارت پر گرم کرنے پر ڈی ہائڈروجینیٹڈ **(Dehydrogenated)** ہو جاتے ہیں اور بینزین اور اس کے ہم وصف کی دائری شکل اختیار کر لیتے ہیں۔ اس عمل کو ایرومیٹائزیشن یا بازتشکیل (Reforming) کہتے ہیں۔



(13.26)

ٹولوئین (C_7H_8) بینزین کا میتھائل مشتق ہے۔ ٹولوئین کے تیاری کے لیے آپ کون سے الکین کے استعمال کا مشورہ دیں گے۔

6. بھاپ کے ساتھ تعامل (Reaction With Steam)

نکل وسیط کی موجودگی میں میتھین بھاپ کے ساتھ 1273 K پر تعامل کرتی ہے اور کاربن مونو آکسائڈ اور ڈائی ہائڈروجن بناتی ہے۔ ڈائی ہائڈروجن گیس کی صنعتی تیاری کے لیے اس طریقے کا استعمال کیا جاتا ہے۔

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{Ni} CO + 3H_2 \quad (13.27)$$

7. پائرولسس (Pyrolysis)

بڑے الکین بہت زیادہ درجۂ حرارت پر گرم کرنے پر چھوٹے الکین (Alkane) اور الکین (Alkene) میں تحلیل ہو جاتے ہیں۔ ایسا تحلیلی تعامل جس میں مرکب حرارت کے استعمال سے چھوٹے حصوں میں تحلیل ہو جائے پائرولسس یا کریکنگ کہلاتا ہے۔

$$C_6H_{14} \xrightarrow{773K} \begin{cases} C_6H_{12} + H_2 \\ C_4H_8 + C_2H_6 \\ C_3H_6 + C_2H_4 + CH_4 \end{cases} \quad (13.28)$$

الکین کی پائرولسس ایک آزاد ریڈیکل تعامل سمجھی جاتی ہے۔ مٹی کا تیل یا پیٹرول سے آئل گیس یا پیٹرول گیس کی تیاری میں پائرولسس کا اصول بروئے کار لایا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ڈوڈیکین (Dodecane)، مٹی کے تیل کا ایک جز پلاٹینم، پلاڈیم یا نکل کی موجودگی میں 973 K تک گرم ہونے پر Heptane اور Pentene کا آمیزہ دیتا ہے۔

$$\underset{\text{Dodecane}}{C_{12}H_{26}} \xrightarrow[Pt/Pd/Ni]{973K} \underset{\text{Heptane}}{C_7H_{16}} + \underset{\text{Pentene}}{C_5H_{10}} + \text{دیگر ماحصل} \quad (13.29)$$

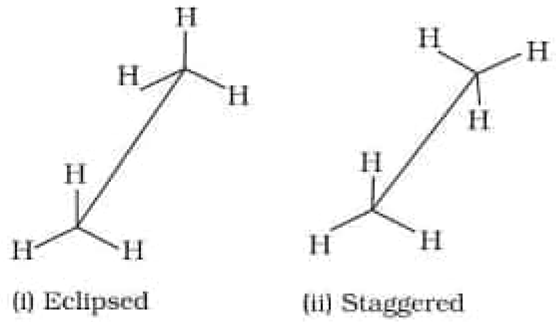
13.2.4 ساختی ڈھانچہ (Conformation)

الکین میں C – C سگما (σ) بانڈ ہوتے ہیں۔ سگما سالماتی اربٹل کا الیکٹران بٹاؤ C – C بانڈ کے مرکزی محور کے گرد تشاکلی ہوتا ہے جس میں محور کے گرد گھماؤ سے خلل نہیں پڑتا۔ اس وجہ سے C – C اکہرے بانڈ میں آزادانہ گھماؤ ممکن ہو جاتا ہے۔ اس گھماؤ کے نتیجے میں اسپیس میں ایٹوں کی مختلف مکانی ترتیب مہیا ہوتی ہے جو ایک دوسرے میں تبدیل ہو سکتی ہے۔ ایٹوں کی ایسی مکانی ترتیب جو C – C اکہرے بند کے گھماؤ سے ایک دوسرے میں تبدیل ہو سکے ساختی ڈھانچے (Conformation) یا ڈھانچے (Conformers) یا گھومنے والے (Rotamers) کہلاتے ہیں۔ اس طرح الکین میں C–C اکہرے بند کے گرد گھماؤ سے لاتعداد ساختی ڈھانچے بن سکتے ہیں۔ تاہم یہ بھی یاد رکھنا چاہیے کہ C – C بانڈ کے گرد گھماؤ مکمل طور پر آزاد نہیں ہے۔ اس میں متصل بند کے درمیان $1–20\ kJmol^{-1}$ کی کمزور دافع قوت کم توانائی والے بیریر سے رکاوٹ پیدا کرتی ہے۔ اس قسم کے دافع باہمی عمل مروڑی دباؤ (Torsion alStrain) کہلاتے ہیں۔

ایتھین کے ساختی ڈھانچے: ایتھین کے سالمے میں ایک C–C اکہرا بند ہوتا ہے اور ہر کاربن کے ساتھ تین ہائڈروجن ایٹم منسلک ہوتے ہیں۔ ایتھین کے گیند اور چھڑی ماڈل کو لیتے ہوئے ایک کاربن ایٹم کو ساکن رکھ کر C – C محور کے گرد دوسرے کاربن ایٹم کو گھمائیے۔ اس گھماؤ کے نتیجے میں ایک کاربن ایٹم سے منسلک ہائڈروجن ایٹوں کے دوسرے کاربن ایٹم سے منسلک ہائڈروجن ایٹوں کے مقابلے میں لاتعداد مکانی ترتیبیں دستیاب ہوں گی۔ یہ ساختی آئسومر (Conformers) کہلاتی ہیں۔ اس طرح ایتھین کی لاتعداد ساختی ترکیبیں ہوتی ہیں۔ تاہم دو انتہائی مثالیں ہیں۔ ایک ایسا ساختی ڈھانچہ جس میں دو کاربن ایٹوں سے منسلک ہائڈروجن ایٹم ہر ممکنہ حد تک قریب ترین ہوں گرہن شدہ (Eclipsed) کہلاتا ہے جبکہ دوسرا جس میں ہائڈروجن ایٹم ہر ممکنہ حد تک زیادہ سے زیادہ فاصلے پر ہوں اسٹیگرڈ (Staggered) ساختی ڈھانچے کہلاتے ہیں۔ ان کے درمیانی ڈھانچے اسکیو (Skew) ڈھانچے کہلاتے ہیں۔ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ تمام ڈھانچوں میں بندشی زاویے اور بندشی لمبائیاں برابر ہوتی ہیں۔ ایکلپسڈ اور اسٹیگرڈ ڈھانچے ساہورس (Sawhorse) اور نیومین پروجیکشن (Newman Projections) سے ظاہر کیے جا سکتے ہیں۔

1. ساہورس پروجیکشن (Sawhorse Projections)

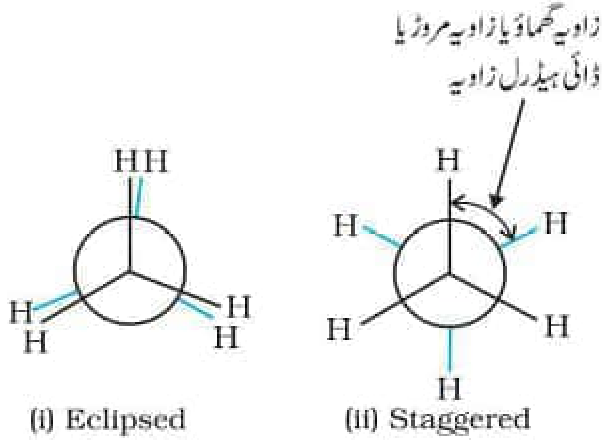
اس پروجیکشن میں سالمے کو سالماتی محور کے ذریعہ دیکھا جاتا ہے۔ اس کے بعد اسے کاغذ پر ڈرائنگ کے ذریعہ پروجیکٹ کیا جاتا ہے جس میں C–C مرکزی بانڈ کو لمبے سیدھے خط کے ذریعہ ظاہر کرتے ہیں۔ خط کا اوپری سرا دائیں یا بائیں سمت جھکا ہوا ہوتا ہے سامنے کا کاربن لائن کی نچلی سطح پر ظاہر کیا جاتا ہے جبکہ پچھلا کاربن خط کے اوپری سرے پر ہوتا ہے۔ ہر ایک کاربن سے تین خط منسلک ہوتے ہیں جن کا تعلق تین ہائڈروجن ایٹوں سے ہوتا ہے۔ یہ خط آپس میں 120° کے زاویے پر ہوتے ہیں۔ ایتھین کے گرہن شدہ اور اسٹیگرڈ ڈھانچوں کے ساہورس پروجیکشن شکل 13.2 میں دکھائے گئے ہیں۔



شکل **13.2** ایتھین کے ساھورس پروجیکشن

2. نیومین پروجیکشن (Newman Projections)

اس پروجیکشن میں سالمے کو بالکل سیدھ میں سروں سے دیکھا جاتا ہے۔ کاربن ایٹم جو آنکھ کے نزدیک ہوتا ہے ایک نقطہ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ تین ہائڈروجن ایٹم جو اگلے کاربن سے منسلک ہوتے ہیں تین خطوط کے ذریعہ ظاہر کیے جاتے ہیں جو ایک دوسرے سے 120° کے زاویے پر ہوتے ہیں۔ پچھلا کاربن ایٹم (جو آنکھ سے دور ہوتا ہے) ایک دائرے کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے اور تین ہائڈروجن ایٹم جو اس سے منسلک ہوتے ہیں چھوٹی لائنوں سے ظاہر کیے جاتے ہیں جو ایک دوسرے سے 120° پر ہوتے ہیں۔ نیومین پروجیکشن شکل 13.3 کے ذریعہ دکھائے گئے ہیں۔



شکل **13.3** ایتھین کے نیومین پروجیکشن

ساختی ڈھانچوں کے اضافی استحکام : جیسا کہ اوپر ذکر کیا جاچکا ہے، ایتھین کے اسٹیگرڈ قسم میں کاربن-ہائڈروجن بانڈ کے الیکٹران بادل ممکنہ حد تک دور ہوتے ہیں۔ لہٰذا وہاں دافع قوتیں کمترین ہوتی ہیں اور سالمہ کا استحکام زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے۔ دوسری طرف جب اسٹیگرڈ قسم ایکلپسڈ شکل میں تبدیل ہوتی ہے تو C – H کے درمیان الیکٹران بادل قریب آجاتے ہیں جس کی وجہ سے الیکٹران بادلوں کے درمیان دفع زیادہ ہوتی ہے۔ بڑھی ہوئی دافع قوت پر قابو رکھنے کے لیے سالمہ کو زیادہ توانائی رکھنے کی ضرورت ہوتی ہے اس طرح استحکام کم ہوتا ہے۔ جیسا کہ اوپر بیان کیا جاچکا ہے۔ الیکٹران بادلوں کے درمیان دافع قوت جو ساختی ڈھانچے کو متاثر کرتی ہے **مروڑی تناؤ (Torsional Strain)** کہلاتی ہے۔ مروڑی تناؤ کی وسعت کا انحصار C – C بانڈ کے گرد گھماؤ کے زاویہ پر ہوتا ہے۔ اس زاویہ کو بھی **ڈائی ہیڈرل زاویہ یا مروڑی زاویہ** کہتے ہیں۔ ایتھین کے تمام ساختی ڈھانچوں میں سے اسٹیگرڈ قسم میں سب سے کم مروڑی تناؤ ہوتا ھے اور گرہن شدہ قسم میں سب سے زیادہ مروڑی تناؤ ہوتا ھے۔ اس لیے اسٹیگرڈ ساختی ڈھانچے، گرہن شدہ (Eclipsed) ساختی ڈھانچوں سے زیادہ مستحکم ہوتے ہیں۔ اسی لیے سالمہ زیادہ تر اسٹیگرڈ ساخت میں پایا جاتا ہے یا ہم کہہ سکتے ہیں کہ یہ ترجیحی ساختی ڈھانچہ ہے۔ اس سے یہ قیاس لگایا جاسکتا ہے کہ ایتھین میں C–C بند کے گرد گردش مکمل طور پر آزاد نہیں ہے۔ دونوں انتہائی قسموں کے درمیان توانائی کا فرق $12.5\ kJ\ mol^{-1}$ ہوتا ہے، جو کہ بہت کم ہے۔ عام درجۂ حرارت پر بھی ایتھین کے سالمے اتنی حرارتی توانائی حاصل کر لیتے ہیں کہ وہ بین سالماتی ٹکراؤ کے ذریعہ توانائی کی اس روک پر قابو پاسکیں۔ لہٰذا یہ کہا جاسکتا ہے کہ ایتھین میں C – C بانڈ کے گرد گھماؤ، تمام عملی کاموں کے لیے تقریباً آزاد ہوتا ہے۔ ایتھین کے مختلف ساختی ڈھانچوں کو علیحدہ اور تنہا کرنا ممکن نہیں ہوتا ہے۔

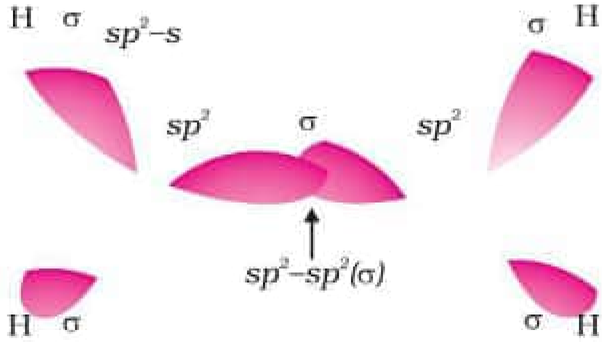
13.3 الکین (Alkenes)

الکین غیر سیر شدہ ہائڈروکاربن ہوتے ہیں جن میں کم سے کم ایک دوہرا بند ہوتا ہے۔ الکین کا عام ضابطہ کیا ہونا چاہیے؟ اگر الکین کے دو کاربن ایٹموں کے درمیان ایک دوہرا بند ہے تو اس میں الکین کے مقابلے میں دو ہائڈروجن ایٹم کم ہونے چاہئیں۔ لہٰذا الکین کا عمومی ضابطہ C_nH_{2n} ہوگا۔ الکین کو اولیفنس (Olefins) (تیل بنانے والے) بھی کہا جاتا ہے، کیونکہ پہلا ممبر ایتھائیلین یا ایتھین (C_2H_4) کلورین کے ساتھ تعامل کر کے ایک چکنا رقیق بناتا ہے۔

13.3.1 دوہرے بند کی ساخت
(Structure of Double Bond)

الکین میں C – C دوہرے بند میں سے ایک مضبوط سگما بانڈ (بانڈ انتھالپی تقریباً $397\ kJ\ mol^{-1}$) ہوتا ہے جو sp^2 مخلوط اربٹل کے سروں کے ساتھ انطباق (Overlaping) کی وجہ سے ہوتا ہے، اور ایک

کمزور پائی (π) بانڈ (بانڈ اینتھالپی تقریباً $284\ kJ\ mol^{-1}$) دوکاربن ایٹموں کے $2p$ اربٹل کے جانبی انطباق سے حاصل ہوتا ہے۔ دوہرا بانڈ بندشی لمبائی کے حساب سے C – C اکہرے بانڈ (154 pm) کے مقابلے میں کم ہوتا ہے (134 pm)۔ آپ پہلے پڑھ چکے ہیں کہ π بانڈ $2p$ اربٹل کے جانبی انطباق کے سبب کمزور ہوتے ہیں۔ لہٰذا π (پائی) بانڈ کی موجودگی الکین کو ڈھیلے ڈھالے متحرک الیکٹرانوں کے ماخذ کی حیثیت عطا کرتی ہے۔ لہٰذا الکین پر ان ریجنٹ یا مرکبات کے ذریعہ آسانی سے حملہ ہوتا ہے جن کو الیکٹرانوں کی تلاش رہتی ہے۔ ایسے ریجنٹ **الیکٹروفلک ریجنٹ** کہلاتے ہیں۔ کمزور π-بانڈ کی موجودگی الکین کو غیر سیر شدہ بنادیتی ہے اور پھر الکین الیکٹروفلک ریجنٹ سے ملنے کے بعد اکہرے بند کے مرکبات میں تبدیل کیے جاسکتے ہیں۔ دوہرے بند کی قوت (بانڈ اینتھالپی $681\ kJ\ mol^{-1}$) ایتھین کے اکہرے C – C بانڈ کی توانائی (بانڈ اینتھالپی $348\ kJ\ mol^{-1}$) سے زیادہ ہوتی ہے۔ شکل 13.4 اور 13.5 میں ایتھین سالمے کی اربٹل شکل دکھائی گئی ہے۔



شکل 13.4 صرف 6 بانڈ کو ظاہر کرنے والی ایتھین کی اربٹل تصویر

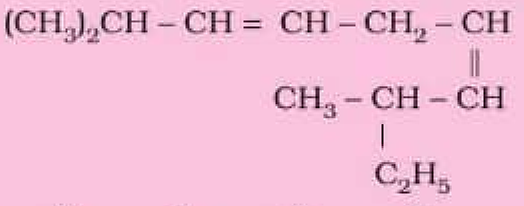
13.3.2 تسمیہ (Nomenclature)

IUPAC نظام میں الکین کو نام دینے کے لیے دوہرے بند کی شمولیت والے کاربن ایٹموں کی سب سے لمبی زنجیر منتخب کی جاتی ہے۔ کاربن ایٹم کے اعداد کا شمار اس سرے سے کیا جاتا ہے جس طرف سے دوہرا بند قریب ہو۔ لاحقہ این (ene) الکین کے این (ane) کو بدل دیتا ہے۔ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ الکین کا پہلا ممبر CH_2 (C_nH_{2n} میں n کو 1 سے تبدیل کرنے کے بعد) میتھین (Methane) کہلاتا ہے لیکن اس کا وقفہ حیات بہت کم ہوتا ہے۔ جیسا کہ پہلے بتایا جاچکا ہے الکین سلسلے کا پہلا مستحکم ممبر C_2H_4 ہے جو ایتھائیلین (عام) یا ایتھین (IUPAC) کہلاتا ہے۔ کچھ Alkenes کے IUPAC نام مندرجہ ذیل ہیں۔

IUPAC نام	Structure
(Propene)	$CH_3 - CH = CH_2$
(But-l-ene)	$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2$
(But-2-ene)	$CH_3 - CH = CH - CH_3$
(Buta – 1,3 - diene)	$CH_2 = CH - CH = CH_2$
(2-Methylprop- 1-ene)	$CH_2 = C - CH_3$ | CH_3
(3-Methylbut-1-ene)	$CH_2 = CH - CH - CH_3$ | CH_3

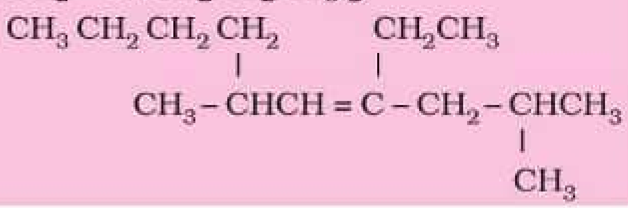
مسئلہ 13.7

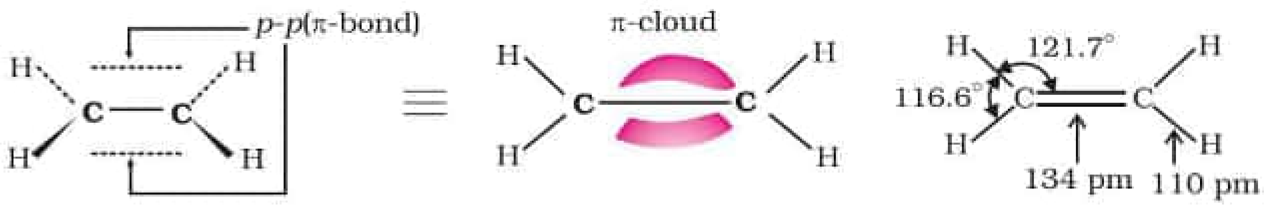
مندرجہ ذیل مرکبات کے IUPAC نام لکھیے:

(i)


(ii)


(iii) $CH_2 = C\ (CH_2CH_2CH_3)_2$

(iv)




(a) (b) (c)

شکل 13.5 ایتھین کی اربٹل تصویر (a) π–بانڈ (b) π–بادل اور (c) بندشی زاویے نیز بندشی لمبائیاں دکھاتے ہوئے

حل

(i) 2,8-Dimethyl-3, 6-decadiene;

(ii) 1,3,5,7 Octatetraene;

(iii) 2-n-propyl pent-1-ene;

(iv) 4-Ethyl-2,6-dimethy l-dec-4-ene.

مسئلہ 1.8

مندرجہ بالا i-iv ساختوں میں سگما (σ) اور پائی (π) بانڈ کی تعداد شمار کیجیے۔

(i) σ bonds : 33, π bonds : 2

(ii) σ bonds : 16, π bonds : 4

(iii) σ bonds : 23, π bond : 1

(iv) σ bonds : 41, π bond : 1

13.3.3 آئسومیرزم (Isomerism)

الکین ساختی اور جیومیٹریائی دونوں قسم کی آئسومیرزم کو دکھاتے ہیں۔

ساختی آئسومیرزم (Structural Isomerism) : جیسا کہ الکین میں ہوتا ہے، ایتھین (C_2H_4) اور پروپین (C_3H_6) کی صرف ایک ہی ساخت ہوسکتی ہے۔ لیکن پروپین سے بڑے الکین کی مختلف ساختیں ہوتی ہیں۔ الکین جس کا سالماتی ضابطہ C_4H_8 ہے مندرجہ ذیل تین طریقوں سے لکھا جاسکتا ہے۔

I. $\overset{1}{C}H_2 = \overset{2}{C}H - \overset{3}{C}H_2 - \overset{4}{C}H_3$
But-1-ene
(C_4H_8)

II. $\overset{1}{C}H_3 - \overset{2}{C}H = \overset{3}{C}H - \overset{4}{C}H_3$
But-2-ene
(C_4H_8)

III. $\overset{1}{C}H_2 = \overset{2}{C}(CH_3) - \overset{3}{C}H_3$
2-Methyprop-1-ene
(C_4H_8)

ساختیں I اور III، اور II اور III زنجیری آئسومر کی مثالیں ہیں جبکہ ساختیں I اور II پوزیشن آئسومر ہیں۔

مسئلہ 13.9

C_5H_{10} کے نظیری الکین کے مختلف ساختی آئسومر کے IUPAC نام اور ساختیں لکھیے۔

حل

(a) $CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$
Pent-1-ene

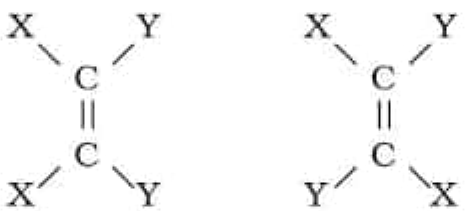
(b) $CH_3 - CH{=}CH - CH_2 - CH_3$
Pent-2-ene

(c) $CH_3 - C(CH_3) = CH - CH_3$
2-Methylbut-2-ene

(d) $CH_3 - CH(CH_3) - CH = CH_2$
3-Methylbut-1-ene

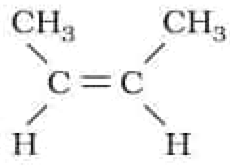
(e) $CH_2 = C(CH_3) - CH_2 - CH_3$
2-Methylbut-1-ene

جیومیٹریائی آئسومیرزم (Geometrical Isomerism): دوہرے بند سے بندھے ہوئے کاربن ایٹوں کو باقی دو گرفت کو دو ایٹوں یا گروپ سے منسلک ہوکر مطمئن کرنا ہوتا ہے۔ اگر ہر ایک کاربن ایٹم سے منسلک ہونے والے دو ایٹم یا گروپ مختلف ہیں تو ان کو YX C = C XY جیسی ساختوں سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ YX C = C XY کو اسپیس میں مندرجہ ذیل طریقوں سے ظاہر کیا جاسکتا ہے:

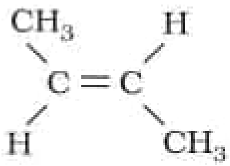


(a) (b)

(a) میں دو مماثل ایٹم یعنی دونوں X یا دونوں Y دوہرے بند کے ایک ہی طرف ہیں جبکہ (b) میں دو X یا دو Y دوہرے بند کے آر پار یا مخالف سمت میں ہیں۔ اس کے نتیجے میں (a) اور (b) کی جیومیٹری مختلف ہو جاتی ہے یعنی دونوں ترتیبوں میں دونوں گروپوں یا ایٹموں کا مکانی میلان مختلف ہوتا ہے۔ لہٰذا یہ اسٹیریو آئسومر **(Steroisomers)** ہیں۔ اگر ایٹموں یا گروپوں کو C = C بانڈ کے گرد گھمایا جاسکے تو ان کی جیومیٹری ایک سی ہوگی لیکن C = C بانڈ کے گرد گھماؤ آزاد نہیں ہے۔ بلکہ اس میں کچھ پابندی ہے۔ اس نظریے کو سمجھنے کے لیے سخت کارڈ بورڈ کے دو ٹکڑے لیجیے اور ان کو دو کیلوں کی مدد سے جوڑ دیجیے۔ ایک ٹکڑے کو اپنے ہاتھ سے پکڑ لیجیے اور دوسرے کو گھمانے کی کوشش کیجیے۔ کیا آپ واقعی دوسرے کارڈ بورڈ کو گھما سکتے ہیں؟ جواب ہے، نہیں۔ اس گھماؤ میں رکاوٹ ہے۔ یہ ظاہر کرتی ہے کہ دوہرے بند سے بندھے ہوئے کاربن ایٹموں کے گرد ایٹموں یا گروپوں کا محدود گھماؤ اس طرح کے مرکبات کو مختلف جیومیٹری عطا کرتا ہے۔ اس طرح کے اسٹیریو آئسومر جیومیٹریائی آئسومر کہلاتے ہیں۔ قسم (a) کے آئسومر جہاں دو مماثل ایٹم یا گروپ دوہرے بند کی ایک ہی سمت ہوتے ہیں **Cis**–آئسومر کہلاتے ہیں اور دوسرے قسم (b) کے آئسومر جہاں مماثل ایٹم یا گروپ دوہرے بند کی مخالف سمت میں ہوتے ہیں ٹرانس–آئسومر کہلاتے ہیں۔ اس طرح سِس (Cis) اور ٹرانس (Trans) آئسومر کی ساخت ایک سی ہوتی ہے لیکن ان کا تشکل (ایٹم اور گروپ کی مکانی ترتیب) مختلف ہوتا ہے۔ ان ایٹموں یا گروپوں کی مکانی ترتیب میں فرق کی وجہ سے آئسومر اپنی خصوصیات جیسے نقطۂ گداخت، نقطۂ جوش، ڈائی پول مومنٹ، حل پذیری وغیرہ میں ایک دوسرے سے مختلف ہوتے ہیں۔ but-2-ene کے جیومیٹریائی یا cis-trans آئسومر نیچے دکھائے گئے ہیں۔



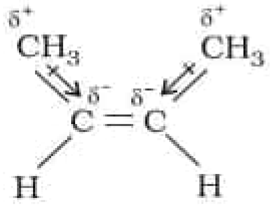
cis-But-2-ene
(b.p. 277 K)



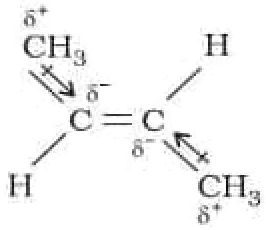
trans-But-2-ene
(b.p. 274 K)

الکین کی سِس قسم، ٹرانس سے زیادہ قطبی ہے۔ مثال کے طور پر *cis*-but-2-ene کا ڈائی پول مومنٹ 0.33 Debye ہے جبکہ ٹرانس

کا ڈائی پول مومنٹ تقریباً صفر ہے یا یہ کہا جاسکتا ہے کہ *trans*-but-2ene غیر قطبی ہے۔ اسے دونوں قسموں کی جیومیٹری بنا کر، سمجھا جاسکتا ہے، جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے، جس سے یہ صاف ظاہر ہے کہ *trans*-but-2-ene میں دونوں میتھائل گروپ مخالف سمت میں ہیں۔ لہٰذا $C - CH_3$ کے ڈائی پول مومنٹ ایک دوسرے کو منسوخ کر دیتے ہیں اور *trans* قسم کو غیر قطبی بناتے ہیں۔



cis-But-2-ene
(μ = 0.33D)



trans-But-2-ene
(μ = 0)

ٹھوس اشیا کے معاملے میں یہ دیکھا گیا ہے کہ *trans* آئسومر کا نقطۂ گداخت *cis* آئسومر سے زیادہ ہوتا ہے۔

جیومیٹریائی یا *cis-trans* آئسومیرزم دو قسموں کے Alkenes XYC = CXZ اور XYC = CZW کے ذریعے بھی ظاہر کی جاتی ہے۔

مسئلہ 13.10

مندرجہ ذیل مرکبات کے لیے *cis* اور *trans* آئسومر بنائیے ان کے IUPAC نام بھی لکھیے:

(i) CHCl = CHCl

(ii) $C_2H_5CCH_5 = CCH_3C_2H_5$

حل

(i)



cis-1, 2-Dichloroethene



trans-1, 2-Dichloroethene

(ii)



cis-3, 4-Dimethylhex-3-ene



trans-3, 4-Dimethylhex -3-ene

مسئلہ 13.11

مندرجہ ذیل میں سے کون سا مرکب *cis-trans* آئسومیرزم کو ظاہر کرے گا:

(i) $(CH_3)_2C = CH - C_2H_5$

(ii) $CH_2 = CBr_2$

(iii) $C_6H_5CH = CH - CH_3$

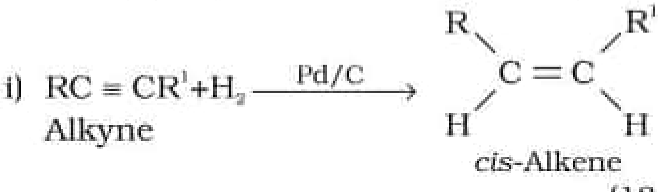
(iv) $CH_3CH = CCl\ CH_3$

حل

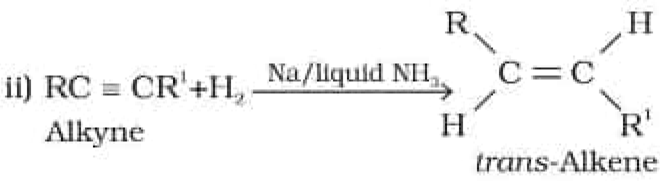
(iii) اور (iv)۔ ساخت (i) اور (ii) میں دو مماثل گروپ دوہرے بند والے کاربن ایٹم میں سے ایک کاربن سے منسلک ہیں۔

13.3.4 تیاری (Preparation)

1۔ الکائن سے (From Alkynes) : الکائن پیلاڈائزڈ (Palladised) چارکول کی موجودگی میں جو زہریلے مادوں، جیسے گندھک کے مرکبات یا کیونولین (Quinoline) سے جزوی طور پر ڈی-ایکٹیویٹڈ ہوتا ہے، ڈائی ہائڈروجن کی تحسیب شدہ مقدار کے ساتھ جزوی تحویل ہوکر الکین دیتے ہیں۔ جزوی طور پر ڈی ایکٹیویٹڈ پیلا ڈائزڈ چارکول لنڈلار کا وسیط **(Lindlar's Catalyst)** کہلاتا ہے۔ اس طرح سے حاصل ہونے والے الکین *cis* جیومیٹری والے ہوتے ہیں۔ تاہم رقیق امونیا میں سوڈیم کے ساتھ تحویل ہوکر الکائن *trans* الکین دیتے ہیں۔



(13.30)



(13.31)

$$\text{(iii)}\ CH \equiv CH + H_2 \xrightarrow{Pd/C} CH_2 = CH_2$$

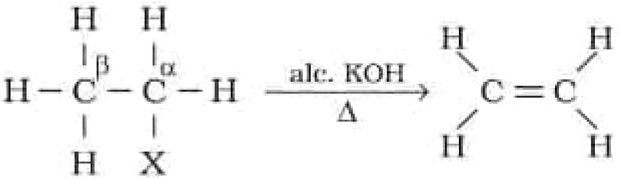
Ethyne   Ethene (13.32)

$$\text{(iv)}\ CH_3-C\equiv CH+H_2 \xrightarrow{Pd/C} CH_3-CH=CH_2$$

Propyne   Propene (13.33)

اس طرح حاصل ہونے والے پروپین کیا جیومیٹریائی آئسومیرزم دکھائیں گے؟ اپنے جواب کی حمایت میں دلائل سوچیے۔

2۔ الکائل ہیلائڈ سے (From Alkyl Halides) : الکائل ہیلائڈ (R-X) کو الکوحلی پوٹاش (الکوحل جیسے ایتھنول، میں حل شدہ پوٹاشیم ہائڈرآکسائڈ) کے ساتھ گرم کرنے پر الکین اور ہیلوجن ایسڈ کا ایک سالمہ خارج ہوتا ہے۔ اس تعامل کو ڈی ہائڈروہیلوجنیشن (Dehydrohalogenation) کہتے ہیں یعنی ہیلوجن ایسڈ کو نکالنا۔ یہ β-اخراجی تعامل **(β-Elimination reaction)** کی ایک مثال ہے، کیونکہ ہائڈروجن ایٹم β-کاربن (وہ کاربن ایٹم جو اس کاربن ایٹم کے برابر میں ہوتا ہے جس سے ہیلوجن منسلک ہے) سے خارج ہوتا ہے۔



(X = Cl, Br, I)

(13.34)

ہیلوجن ایٹم کی فطرت اور الکائل گروپ تعامل کی شرح کا تعین کرتے ہیں۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ ہیلوجن کے لیے شرح: آیوڈین > برومین > کلورین ہے، جبکہ الکائل گروپ کے لیے یہ ثلاثی > ثانوی > ابتدائی ہوتی ہے۔

3۔ نواحی ڈائی ہیلائڈ سے (From Vicinal Dihalides): ایسے ڈائی ہیلائڈ جن میں دو ہیلوجن ایٹم دو متصل کاربن ایٹوں سے منسلک ہوتے ہیں نواحی ڈائی ہیلائڈ کہلاتے ہیں۔ نواحی ڈائی ہیلائڈ زنک دھات کے ساتھ تعامل کر کے ZnX_2 کا ایک سالمہ گنوا دیتے ہیں اور الکین بناتے ہیں۔ اس تعامل کو ڈی ہیلوجنیشن کہتے ہیں۔

$$CH_2Br - CH_2Br + Zn \longrightarrow CH_2 = CH_2 + ZnBr_2 \quad (13.35)$$

$$CH_3CHBr - CH_2Br + Zn \longrightarrow CH_3CH = CH_2 + ZnBr_2 \quad (13.36)$$

4۔ تیزابی نابیدگی کے ذریعہ الکوحل سے (From Alcohols By Acidic Dehydration): اکائی 12 میں مختلف ہم وصف سلسلوں کے تسمیہ کے دوران آپ پڑھ چکے ہیں کہ الکوحل، الکین کے ہائڈروکسی مشتق (Derivatives) ہوتے ہیں۔ ان کو R–OH سے ظاہر کیا جاتا ہے جہاں R، C_nH_{2n+1} ہوتا ہے۔ الکوحل کو مرتکز سلفیورک تیزاب کی موجودگی میں گرم کرنے پر Alkene بنتا ہے اور پانی کا ایک سالمہ خارج ہوتا ہے لہٰذا یہ تعامل الکوحل کی تیزابی نابیدگی کہلاتا ہے۔ یہ تعامل بھی β–اخراجی تعامل کی ایک مثال ہے کیونکہ OH گروپ β–کاربن ایٹم سے ایک ہائڈروجن نکال لیتا ہے۔

$$H-\underset{H}{\overset{H}{\overset{|}{\underset{|}{C^{\beta}}}}}-\underset{OH}{\overset{H}{\overset{|}{\underset{|}{C^{\alpha}}}}}-H \xrightarrow[\Delta]{Conc.\ H_2SO_4} CH_2=CH_2+H_2O$$

Ethanol — Ethene

(13.37)

13.3.5 خصوصیات (Properties)

طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

الکین (Alkenes)، ایک جماعت کی حیثیت سے الکین (Alkane) سے آئسومیرزم کی قسم اور قطبی ماہیت میں فرق کے علاوہ طبیعی خصوصیات یکساں ہوتی ہیں، پہلے تین ممبر گیسیں ہوتی ہیں، اگلے چودہ ممبر رقیق ہیں اور بڑے ممبران ٹھوس ہوتے ہیں۔ ایتھین ایک بے رنگ ہلکی بھینی خوشبووالی گیس ہوتی ہے۔ باقی تمام الکین بے رنگ اور بغیر بُو والے ہوتے ہیں، پانی میں حل پذیر نہیں ہوتے لیکن غیر قطبی محلل جیسے بینزین، پیٹرولیم اور ایتھر وغیرہ میں حل پذیر ہوتے ہیں۔ یہ بڑھتے ہوئے سائز کے ساتھ نقطۂ جوش میں اضافہ دکھاتے ہیں۔ یعنی ہر ایک $-CH_2$ کے اضافے کے ساتھ 20 – 30 K درجۂ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے۔ الکین کے طرح سیدھی زنجیر والے الکینوں کے نقطۂ جوش شاخدار آئسومر مرکبات سے زیادہ ہوتے ہیں۔

کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

الکین ڈھیلے ڈھالے طور پر بندھے ہوئے π الیکٹرانوں کے ماخذ ہیں جس کی وجہ سے وہ جمعی تعاملات دکھاتے ہیں جس میں الیکٹروفائل کاربن- کاربن دوہرے بند میں شامل ہوکر جمعی ماحصل بناتے ہیں۔ کچھ ریجنٹ آزاد ریڈیکل میکانزم سے بھی شامل ہوتے ہیں۔ ایسے بھی معاملات ہیں جب الکین بھی مخصوص حالات میں آزاد ریڈیکل بدل تعاملات دکھاتے ہیں۔ تکسید اور اوزونولسس (Ozonolysis) تعاملات بھی الکین میں کافی نمایاں ہوتے ہیں۔ الکین کے مختلف تعاملات کا مختصر بیان مندرجہ ذیل ہے۔

1۔ ڈائی ہائڈروجن کا اضافہ (Additon of Dihydrogen): الکین نکل کے باریک پاؤڈر، پلیڈیم یا پلاٹینم کی موجودگی میں ڈائی ہائڈروجن گیس کے ایک سالمے کے اضافے کے بعد الکین (Alkane) بناتے ہیں (سیکشن 13.2.2)۔

2۔ ہیلوجن کا اضافہ (Addition of Halogens): ہیلوجن، جیسے کہ برومین یا کلورین الکین میں جمع ہوکر نواحی ہیلائڈ بناتی ہیں۔ تاہم، آیوڈین عام حالات میں اضافی تعاملات نہیں دکھاتی۔ کاربن ٹیٹرا کلورائڈ میں برومین محلول کا سرخی مائل نارنجی رنگ ظاہر ہوتا ہے جب برومین غیر سیرشدہ مقام پر داخل ہوتی ہے۔ اس تعامل کو غیر سیرشدگی کی جانچ کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ الکین میں ہیلوجن کا اضافہ الیکٹروفلک جمعی تعاملات کی ایک مثال ہے جس میں سائیکلک ہیلونیم آین بنتا ہے جس کے بارے میں آپ اعلیٰ درجات میں پڑھیں گے۔

(i) $$CH_2=CH_2+Br-Br \xrightarrow{CCl_4} \underset{Br}{\underset{|}{CH_2}}-\underset{Br}{\underset{|}{CH_2}}$$

Ethene — 1,2 Dibromoethane

(13.38)

(ii) $$CH_3-CH=CH_2+Cl-Cl \rightarrow CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{CH}}-\underset{Br}{\underset{|}{CH_2}}$$

Propene — 1,2-Dichloropropane

(13.39)

3۔ ہائڈروجن ہیلائڈ کا اضافہ (Addition of Hydrogen Halides): ہائڈروجن ہیلائڈ (HCl، HBr، HI) الکین میں جمع ہوکر الکائل ہیلائڈ بناتے ہیں۔ ہائڈروجن ہیلائڈ کی تعاملیت کی ترتیب HCl < HBr < HI ہے۔ الکین میں ہیلوجن کے اضافے کی طرح ہائڈروجن ہیلائڈ کا اضافہ بھی الیکٹروفلک جمعی

تعامل کی مثال ہے۔ آیئے اس کی وضاحت تشاکل اور غیر تشاکل الکین میں HBr کے اضافے کی مثال کے ذریعے کریں۔

تشاکل الکین میں HBr کا جمعی تعامل (Addition Reaction Of HBr To Symmetrical Alkenes)

تشاکل الکین میں HBr کے جمعی تعامل (یکساں گروپ دوہرے بند سے منسلک ہوتے ہیں) الیکٹروفلک جمعی میکانزم کے ذریعہ ہوتے ہیں۔

$$CH_2=CH_2 + H\text{-}Br \longrightarrow CH_3-CH_2-Br \quad (13.40)$$

$$CH_3-CH=CH-CH_3 + HBr \longrightarrow CH_3-CH_2-\underset{\underset{Br}{|}}{CH}CH_3 \quad (13.41)$$

غیر تشاکل الکین میں HBr کا جمعی تعامل (مارکونیکوف کا قاعدہ)

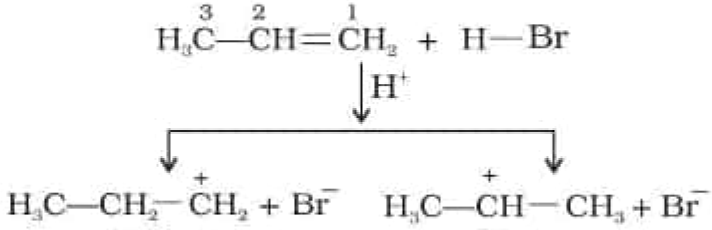
پروپین میں HBr کیسے شامل ہوگا؟ دو ممکنہ ماحصل I اور II ہیں۔

$$CH_3-CH=CH_2 + H-Br \longrightarrow \begin{cases} \text{I} \quad CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{CH}-CH_3 \quad \text{2-Bromopropane} \\ \text{II} \quad CH_3-CH_2-CH_2-Br \quad \text{1-Bromopropane} \end{cases} \quad (13.42)$$

ایک روسی کیمیاداں، مارکونیکوف نے اس طرح کے تعاملات کے تفصیلی مطالعے کے بعد 1869 میں ایک کُلیّہ قائم کیا۔ ان کُلیات سے مارکونیکوف نے ایک قاعدہ بنایا جو مارکونیکوف **(Markovnikov Rule)** کا قاعدہ کہلاتا ہے۔ قاعدہ بتاتا ہے کہ جمع ہونے والے سالمے (Addendum) کا منفی حصّہ اس کاربن ایٹم سے منسلک ہوگا جس کے پاس ہائڈروجن ایٹم کی تعداد کم ہوگی۔ لہٰذا، اس اصول کے مطابق ماحصل I یعنی 2-بروموپروپین بننے کے امکانات ہیں۔ حقیقت میں تعامل کا قاعدے ماحصل یہی ہے۔ مارکونیکوف قاعدے کے اس کُلیّہ کو تعامل کے میکانزم کے ذریعہ بہتر طور پر سمجھا جاسکتا ہے۔

میکانزم (Mechanism)

ہائڈروجن برومائڈ ایک الیکٹروفائل، H^+، مہیا کرتا ہے، جو دوہرے بند پر حملہ کرکے کاربوکیٹ آین بناتا ہے، جیسا کہ دکھایا گیا ہے۔

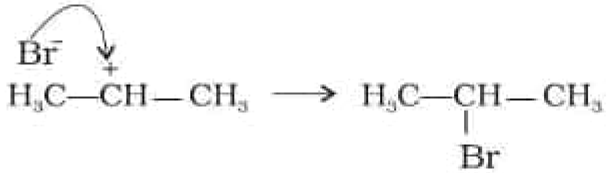


(a) کم مستحکم — ابتدائی کاربوکیٹ آین

(b) زیادہ مستحکم — ثانوی کاربوکیٹ آین

(i) کاربوکیٹ آین (b) ابتدائی کاربوکیٹ آین (a) سے زیادہ مستحکم ہے، پہلا سبقت حاصل کرے گا کیونکہ یہ زیادہ تیزی سے بنا ہے۔

(ii) کاربوکیٹ آین (b) پر Br^- حملہ کرے گا اور مندرجہ ذیل ماحصل بنائے گا۔



2-Bromopropane
(اہم ماحصل)

ضد مارکو نیکوف جمع یا پَرآکسائڈ اثر یا خراش اثر (Anti Markovnikov addition or peroxide effect or Kharash effect)

پَرآکسائڈ کی موجودگی میں غیر تشاکل الکین، جیسے پروپین میں HBr کا اضافہ مارکونیکوف کے اصول کے خلاف ہوتا ہے۔ یہ صرف HBr کے ساتھ ہوتا ہے لیکن HCl یا HI کے ساتھ نہیں ہوتا۔ یہ جمعی تعامل یونیورسٹی آف شکاگو میں 1933 میں ایم۔ ایس خراش اور ایف۔ آر۔ مایو نے دیکھا تھا۔ یہ تعامل خراش یا پَرآکسائڈ اثر مارکونیکوف قاعدے کے خلاف جمعی تعامل کہلاتا ہے۔

$$CH_3-CH=CH_2 + HBr \xrightarrow{(C_6H_5CO)_2O_2} \underset{\text{1-Bromopropane}}{CH_3-CH_2-CH_2Br} \quad (13.43)$$

میکانزم: پَرآکسائڈ اثر آزاد ریڈیکل زنجیری میکانزم کے ذریعہ آگے بڑھتا ہے جیسے کے نیچے دکھایا گیا ہے۔

(i)
$$\underset{\text{Benzoyl peroxide}}{C_6H_5-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-O-\overset{\overset{O}{||}}{C}-C_6H_5} \xrightarrow{\text{Homolysis}} 2C_6H_5-\overset{\overset{O}{||}}{C}-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}\cdot \rightarrow 2\dot{C}_6H_5 + 2CO_2$$

(ii) $\dot{C}_6H_5 + H-Br \xrightarrow{\text{Homolysis}} C_6H_6 + \dot{B}r$

(iii) $CH_3-CH=CH_2 + \dot{B}r \xrightarrow{\text{Homolysis}}$

(a) $CH_3-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}-\dot{C}H_2$

کم مستحکم پرائمری آزاد ریڈیکل

(b) $CH_3-\dot{C}H-CH_2-Br$

زیادہ مستحکم سیکنڈری آزاد ریڈیکل

(iv) $CH_3-\dot{C}H-CH_2Br + H-Br \xrightarrow{\text{Homolysis}} CH_3-CH_2-CH_2Br + \dot{B}r$

(major product)

(v) $CH_3-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}-\dot{C}H_2 + H-Br \xrightarrow{\text{Homolysis}} CH_3-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}-CH_3 + \dot{B}r$

(minor product)

سیکنڈری آزاد ریڈیکل جو مندرجہ بالا میکانزم (قدم (iii)) میں حاصل ہوا ہے وہ ابتدائی ریڈیکل سے زیادہ مستحکم ہوتا ہے۔ یہ 1-بروموپروپین کی اہم ماحصل کی شکل میں تیاری کی وضاحت کرتا ہے۔ یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ HI اور HCl کو داخل کرنے سے (جمع کرنے سے) پرآکسائڈ کا اثر نہیں دیکھا گیا ہے اس کی وجہ یہ ہوسکتی ہے کہ چونکہ H–Cl بانڈ ($430.5\ kJ\ mol^{-1}$) H-Br بانڈ ($363.7\ kJ\ mol^{-1}$) کے مقابلے میں زیادہ مضبوط ہوتا ہے لہٰذا وہ آزاد ریڈیکل کے ذریعہ توڑا نہیں جاسکتا، جبکہ HI بانڈ کمزور ہوتا ہے ($296.8\ kJ\ mol^{-1}$) اور آیوڈین آزاد ریڈیکل آپس میں اتحاد کرکے آیوڈین سالمہ بناتے ہیں بجائے اس کے کہ دوہرے بند میں منسلک ہوں۔

مسئلہ 13.12

Hex-1-ene میں H – Br کے جمعی تعامل سے حاصل ہونے والے ماحصلات کے IUPAC نام لکھیے۔

(i) پرآکسائڈ کی غیر موجودگی میں اور

(ii) پرآکسائڈ کی موجودگی میں۔

حل

(i) $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 + H-Br \xrightarrow{\text{No Peroxide}} CH_3-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

Hex-1-ene → 2-Bromohexane

(ii) $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 + H-Br \xrightarrow{\text{Peroxide}} \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH_2}}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

1-Bromohexane

4۔ سلفیورک ایسڈ کا اضافہ (Addition of Sulphuric Acid): ٹھنڈا مرتکز سلفیورک ایسڈ مارکونیکوف اصول کے مطابق الکین میں جمع ہوکر الیکٹروفلک جمعی تعامل کے ذریعہ الکائل ہائیڈروجن سلفیٹ بناتا ہے۔

$$CH_2=CH_2 + H-O-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{S}}}}-O-H \longrightarrow CH_3-CH_2-OSO_2-OH \text{ or } C_2H_5HSO_4$$

Ethyl hydrogen sulphate

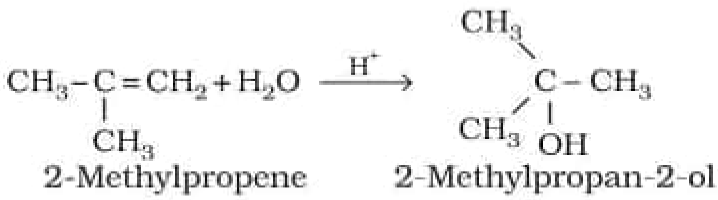
(13.44)

$$CH_3-CH=CH_2 + HOSO_2OH \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle OSO_2OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3$$

Propyl hydrogen sulphate

(13.45)

5۔ پانی کا اضافہ (Addition of Water): مرتکز سلفیورک ایسڈ کے چند قطروں کی موجودگی میں الکین پانی سے تعامل کرکے مارکونیکوف اصول کے مطابق الکوحل بناتے ہیں۔



(13.46)

6۔ **تکسید (Oxidation):** (a) الکین (Alkene)، پوٹاشیم پرمینگنیٹ کے ٹھنڈے، ڈائی لیوٹ اور آبی محلول (Baeyer's Reagent) کے ساتھ تعامل کرکے وسنل گلائکول بناتے ہیں۔ $KMnO_4$ کے محلول کے رنگ کا اڑنا غیر سیر شدگی کی جانچ کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

$$CH_2=CH_2+H_2O+O \xrightarrow[273\,K]{dil.\ KMnO_4} \underset{OH}{\underset{|}{CH_2}}-\underset{OH}{\underset{|}{CH_2}}$$

Ethane-1, 2-diol
(Glycol)

(13.47)

$$CH_3-CH=CH_2+H_2O+O \xrightarrow[273\,K]{dil.\ KMnO_4} CH_3CH(OH)CH_2OH$$

Propane-1, 2-diol

(13.48)

(b) تیزابی پوٹاشیم پرمینگنیٹ یا تیزابی پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ الکین کو کیٹون اور/یا ایسڈ میں تبدیل کردیتے ہیں، اس کا انحصار الکین کی فطرت اور تجربہ کے حالات پر ہوتا ہے۔

$$(CH_3)_2C=CH_2 \xrightarrow{KMnO_4/H^+} (CH_3)_2C=O + CO_2+H_2O$$

2-Methlypropene   Propan-2-one

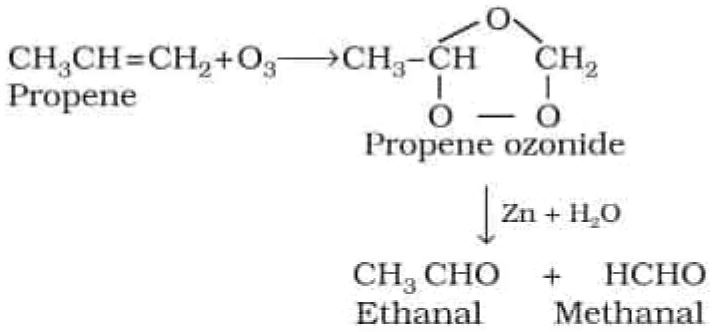
(13.49)

$$CH_3-CH=CH-CH_3 \xrightarrow{KMnO_4/H^+} 2CH_3COOH$$

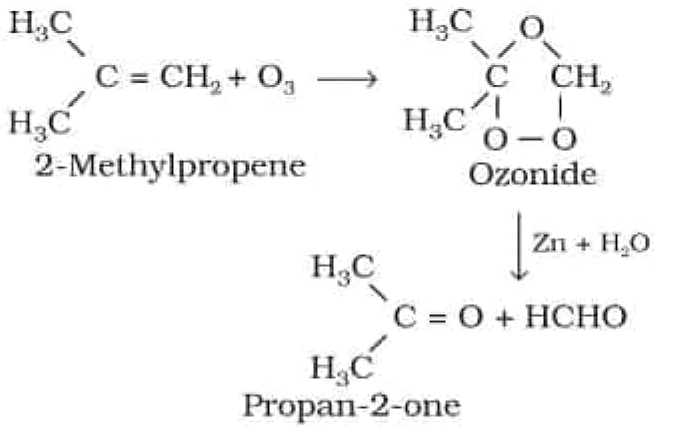
But-2-ene   Ethanoic acid

(13.50)

7۔ **اوزونولیسس (Ozonolysis):** الکین کی اوزونولیسس میں، الکین میں اوزون کے ایک سالمے کا اضافہ ہوکر اوزونائڈ (Ozonide) بنتا ہے اور پھر $Zn - H_2O$ سے اوزونائڈ چھوٹے سالموں میں بکھر جاتا ہے۔ یہ تعامل الکین یا دوسرے غیر سیر شدہ مرکبات میں دوہرے بند کے مقام کا پتہ لگانے میں بہت مفید ہوتا ہے۔



(13.51)



(13.52)

8۔ **پالیمر سازی (Polymerisation):** آپ پالیتھین لفافوں اور پالیتھین شیٹ سے بخوبی واقف ہیں۔ پالیتھین بہت زیادہ درجۂ حرارت، دباؤ اور وسیط کی موجودگی میں بڑی تعداد میں ایتھین سالموں کے ملنے سے بنتا ہے۔ اس طرح حاصل ہونے والے بڑے سالمے پالیمر کہلاتے ہیں۔ یہ تعامل پالیمر سازی کہلاتا ہے۔ سادے مرکبات جن سے مل کر پالیمر بنتے ہیں وہ مونومر **(Monomer)** کہلاتے ہیں۔ دوسرے الکینوں میں بھی پالیمر سازی ہوتی ہے۔

$$n(CH_2=CH_2) \xrightarrow[\text{وسیط}]{\text{بہت زیادہ درجۂ حرارت/دباؤ}} -\!\left(CH_2-CH_2\right)\!-_n$$

Polythene

(13.53)

$$n(CH_3-CH=CH_2) \xrightarrow[\text{وسیط}]{\text{بہت زیادہ درجۂ حرارت/دباؤ}} -\!\left(\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2\right)\!-_n$$

Polypropene

(13.54)

پالیمر کا استعمال پلاسٹک کے تھیلے، بوتل، ریفریجریٹر کی ڈشیں، کھلونے، پائپ ریڈیو اور ٹی-وی کی کیبنٹ وغیرہ بنانے میں ہوتا ہے۔

پالیپروپین کا استعمال دودھ کی کریٹ، پلاسٹک کی بالٹی اور دوسرے ڈھلے ہوئے برتنوں کے بنانے میں ہوتا ہے۔ اگرچہ یہ اشیا آج کل بہت عام ہیں لیکن پالیتھین اور پالیپروپین کا استعمال ہم سب کے لیے تشویش کا باعث ہے۔

13.4 الکائن (Alkynes)

الکین کی طرح الکائن بھی غیر سیر شدہ ہائڈروکاربن ہوتے ہیں۔ ان میں دو کاربن ایٹموں کے درمیان کم از کم ایک تہرا بانڈ ہوتا ہے۔ الکین اور الکین کے مقابلے میں ہائڈروجن ایٹموں کی تعداد مزید کم ہوتی ہے۔ ان کا عمومی ضابطہ C_nH_{2n-2} ہوتا ہے۔

الکائن کا پہلا رُکن ایتھائن ہوتا ہے جو عام طور پر ایسیٹیلین (Acetylene) کہلاتا ہے۔ ایسیٹیلین کا استعمال ویلڈنگ میں آکسی ایسیٹیلین لو کی شکل میں ہوتا ہے جسے آکسیجن اور ایسیٹیلین کو ملا کر حاصل کیا جاتا ہے۔ نامیاتی مرکبات کی ایک بڑی تعداد کے لیے الکائن ابتدائی مادّے ہوتے ہیں اس لیے نامیاتی مرکبات کی اس جماعت کا مطالعہ دلچسپ ہے۔

13.4.1 تسمیہ اور آئسومیرزم (Nomenclature and Isomerism)

عام نظام میں الکائن کو ایسیٹیلین کے مشتق (Derivatives) آئسومیرزم کی طرح نام دیا جاتا ہے۔ IUPAC نظام میں انہیں ان کے نظیری الکین کے مشتق کی حیثیت سے نام دیا جاتا ہے جہاں 'ane' (این) کو لاحقہ yne سے تبدیل کیا جاتا ہے۔ تہرے بند کے مقام کو پہلے تہری بانڈ والے کاربن سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ الکائن سلسلے کے ارکان کے کچھ عام اور IUPAC نام جدول 13.2 میں دیے گئے ہیں۔

آپ کو پہلے ہی معلوم ہے کہ Ethyne اور Propyne کی صرف ایک ہی ساخت ہوتی ہے لیکن Butyne کی دو ممکنہ ساختیں (i) But-1-yne اور (ii) But-2-yne ہوتی ہیں۔ چونکہ یہ دونوں مرکبات تہرے بند کے مقام کی بنیاد پر اپنی ساختوں میں مختلف ہوتے ہیں لہٰذا یہ پوزیشن آئسومر **(Position Isomers)** کہلاتے ہیں۔ اگلے ہم وصف، یعنی اگلا الکائن جس کا ضابطہ C_5H_8 ہے، کے لیے آپ کتنے طریقوں سے ان کی ساختیں بنا سکتے ہیں؟ آیئے پانچ کاربن ایٹموں کو ایک مسلسل زنجیر اور شاخدار زنجیر کے ساتھ ترتیب دینے کی کوشش کریں۔ مندرجہ ذیل ممکنہ ساختیں ہوں گی:

	ساخت	IUPAC نام
I۔	$\overset{1}{HC}\equiv\overset{2}{C}-\overset{3}{CH_2}-\overset{4}{CH_2}-\overset{5}{CH_3}$	Pent–1-yne
II۔	$H_3\overset{1}{C}-\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}-\overset{4}{CH_2}-\overset{5}{CH_3}$	Pent–2-yne
III۔	$H_3\overset{4}{C}-\underset{CH_3}{\overset{3}{CH}}-\overset{2}{C}\equiv\overset{1}{CH}$	Methylbut–1-yne

ساختیں I اور II پوزیشن آئسومر اور ساخت I اور III یا II اور III زنجیری آئسومر ہیں۔

مسئلہ 13.13

الکائن سلسلہ کے پانچویں رُکن کے لیے مختلف آئسومرک ساختیں لکھیے۔ سبھی آئسومر کے IUPAC نام بھی لکھیے۔ آئسومر کے مختلف جوڑوں کے ذریعہ کس قسم کی آئسومیرزم کا اظہار ہوتا ہے؟

حل

الکائن سلسلے کے پانچویں رکن کا سالماتی ضابطہ C_6H_{10} ہے۔ ممکنہ آئسومر اس طرح ہیں۔

(a) $HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Hex-1-yne

(b) $CH_3-C\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$
Hex-2-yne

(c) $CH_3-CH_2-C\equiv C-CH_2-CH_3$
Hex-3-yne

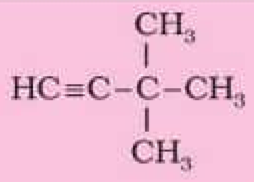
(d) $HC\equiv C-\underset{CH_3}{CH}-CH_2-CH_3$
3-Methylpent-1-yne

(e) $HC\equiv C-CH_2-\underset{CH_3}{CH}-CH_3$
4-Methylpent-1-yne

(f) $CH_3-C\equiv C-\underset{CH_3}{CH}-CH_3$
4-Methylpent-2-yne

جدول 13.2 الکائن (C_nH_{2n-2}) کے عام اور IUPAC نام

n کی قیمت	ضابطہ	ساخت	عام نام	آیو پیک نام
2	C_2H_2	H-C≡CH	ایسٹیلین (Acetylene)	Ethyne
3	C_3H_4	CH_3-C≡CH	میتھائل ایسٹیلین (Methylacetylene)	Propyne
4	C_4H_6	CH_3CH_2C≡CH	ایتھائل ایسٹیلین (Ethylacetylene)	But-1-yne
4	C_4H_6	CH_3-C≡C-CH_3	ڈائی میتھائل ایسٹیلین (Dimethylacetylene)	But-2-yne

(g) 

3,3-Dimethylbut-1-yne

مختلف جوڑوں کے ذریعہ پوزیشن اور زنجیری آئسومرزم دکھائی جاتی ہے۔

13.4.2 تہرے بند کی ساخت (Structure of Triple Bond)

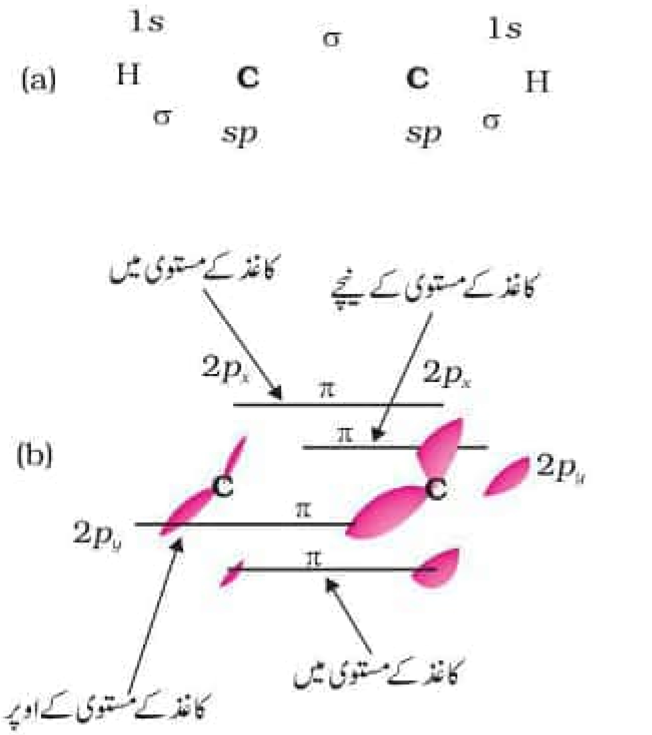
ایتھائن، الکائن سلسلہ کا سب سے سادہ سالمہ ہے۔ ایتھائن کی ساخت شکل 13.6 میں دکھائی گئی ہے۔

ایتھائن کے ہر ایک کاربن ایٹم کے پاس دو sp مخلوط اربٹل ہوتے ہیں۔ کاربن–کاربن سگما بانڈ دو کاربن ایٹموں کے sp مخلوط اربٹل کے سروں کے انطباق سے حاصل ہوتے ہیں۔ باقی ہر ایک کاربن کے دو sp مخلوط اربٹل دو ہائڈروجن ایٹموں کے 1s اربٹل سے بین مرکزی محور کی سمت انطباق کرکے دو C – H سگما بانڈ بناتے ہیں۔ H – C – C بندشی زاویہ 180° ہوتا ہے۔ ہر ایک کاربن کے پاس دو غیر مخلوط شدہ p اربٹل ہوتے ہیں جو ایک دوسرے کے اور C – C سگما بانڈ کے مستوی کے عمودی ہوتے ہیں۔ ایک کاربن کے 2p اربٹل دوسرے کاربن ایٹم کے 2p اربٹل کے متوازی ہوتے ہیں جو جانبی انطباق کرکے دو کاربن ایٹموں کے درمیان π بانڈ بناتے ہیں۔ اس طرح ایتھائن سالمے میں ایک C–C سگما بانڈ، دو C – H σ بانڈ اور دو C – C π بانڈ ہوتے ہیں۔ C ≡ C کی بندشی توانائی (بانڈ اینتھالپی $823\ kJ\ mol^{-1}$) C = C بانڈ (بانڈ اینتھالپی $681\ kJ\ mol^{-1}$) سے زیادہ ہوتی ہے۔ C ≡ C کی بندشی لمبائی (120 pm) C = C (133 pm) اور C – C (154 pm) سے کم ہوتی ہے۔ دو کاربن ایٹموں کے درمیان الیکٹران بادل بین مرکزی محور کے گرد اسطوانی تشاکل ہوتے ہیں لہٰذا ایتھائن ایک خطی سالمہ ہوتا ہے۔

13.4.3 تیاری (Preparation)

1۔ کیلشیم کاربائڈ سے: صنعتی طور پر ایتھائن کی تیاری کیلشیم کاربائڈ کو پانی کے ساتھ ملا کر کی جاتی ہے۔ کیلشیم کاربائڈ کو بغیر بجھے چونے (Quick Lime) کو کوئلے کے ساتھ گرم کرکے تیار کیا جاتا ہے۔ کوئک لائم کو لائم اسٹون گرم کرکے حاصل کیا جاتا ہے۔ تعامل مندرجہ ذیل ہے:

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2 \qquad (13.55)$$



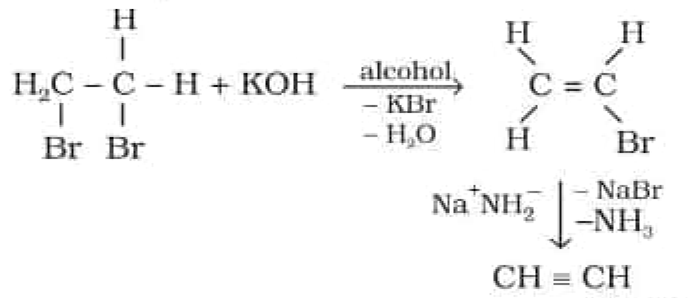
شکل 13.6 ایتھائن کی اربٹل شکل (a) سگما انطباق اور (b) π انطباق دکھاتے ہوئے

$$CaO + 3C \longrightarrow CaC_2 + CO$$

کیلشیم کاربائڈ (13.56)

$$CaC_2 + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2 \quad (13.57)$$

2۔ وِسنل ڈائی ہیلائڈ سے: وِسنل ڈائی ہیلائڈ الکوحلی پوٹاشیم ہائڈرآکسائڈ سے تعامل کرکے ڈی ہائڈرو ہیلوجنیشن کرتے ہیں۔ ہائڈروجن ہیلائڈ کا ایک سالمہ برطرف کر دیا جاتا ہے اور الکنائل ہیلائڈ (Alkenyl Halide) بنتا ہے جو سوڈامائڈ (Sodamide) سے تعامل کرکے الکائن دیتا ہے۔



(13.58)

13.4.4 خصوصیات (Properties)

طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

الکائن کی طبیعی خصوصیات کا رجحان بھی الکین اور الکین کی طرح ہوتا ہے۔ پہلے تین رکن گیسیں ہوتی ہیں۔ اگلے آٹھ رقیق ہوتے ہیں اور بڑے ممبران ٹھوس ہوتے ہیں۔ تمام الکائن بے رنگ ہوتے ہیں۔ ایتھائن کی مخصوص بُو ہوتی ہے، باقی تمام بغیر بو والے ہوتے ہیں۔ الکائن فطرتاً قطبی ہوتے ہیں۔ یہ پانی سے ہلکے ہوتے ہیں اور پانی میں حل پذیر نہیں ہوتے لیکن نامیاتی محلل، جیسے کہ ایتھر، کاربن ٹیٹرا کلورائڈ اور بینزین وغیرہ میں حل پذیر ہوتے ہیں۔ ان کے نقطۂ جوش اور کثافت میں مولر کمیت کے ساتھ اضافہ ہوتا ہے۔

کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

A۔ الکائن کی تیزابی فطرت: سوڈیم دھات اور سوڈامائڈ قوی اساس ہوتے ہیں یہ ایتھائن سے تعامل کر کے سوڈیم ایسیٹیلائڈ (Sodium Acetylide) بناتے ہیں اور ڈائی ہائڈروجن گیس نکلتی ہے۔ یہ تعاملات Ethane اور Ethene میں نہیں پائے جاتے جو یہ بتاتے ہیں کہ Ethane اور Ethene کے مقابلے میں ایتھائن فطرتاً تیزابی ہوتی ہے۔ ایسا کیوں ہوتا ہے؟ کیا اس کا تعلق اس کی ساخت اور مخلوطیت سے ہے؟

آپ پڑھ چکے ہیں کہ ایتھائن میں ہائڈروجن ایٹم sp مخلوط کاربن سے منسلک ہے جبکہ Ethene میں sp^2 مخلوط شدہ کاربن اور ایتھین میں sp^3 مخلوط کاربن سے منسلک ہوتے ہیں۔ چونکہ کاربن ایٹم کے sp مخلوط اربٹل میں s کردار سب سے زیادہ (50%) ہوتا ہے لہٰذا ان میں برقی منفیت سب سے زیادہ ہوتی ہے: لہٰذا یہ ایتھائن کے C – H بانڈ کے مشترک الیکٹران جوڑے کو Ethene میں کاربن کے sp^2 مخلوط اربٹل اور ایتھین میں کاربن کے sp^3 مخلوط اربٹل کے مقابلے میں زیادہ کھینچتے ہیں۔ لہٰذا ہائڈروجن ایٹم Ethane اور Ethene کے مقابلے زیادہ آسانی سے پروٹان کی شکل میں آزاد ہو سکتے ہیں۔ لہٰذا ایتھائن کے C ≡ C تہرے بند سے منسلک ہائڈروجن ایٹم فطرتاً زیادہ تیزابی ہوتے ہیں۔ آپ یہ بھی دیکھ سکتے ہیں کہ کاربن کے تہرے بند سے منسلک ہائڈروجن ایٹم زیادہ تیزابی ہوتے ہیں جبکہ ایتھائن کے تمام ہائڈروجن ایسے نہیں ہوتے۔

$$HC \equiv CH + Na \rightarrow HC \equiv C^-Na^+ + \tfrac{1}{2}H_2$$

Monosodium Ethynide (13.59)

$$HC \equiv C^-Na^+ + Na \rightarrow Na^+C^- \equiv C^-Na^+ + \tfrac{1}{2}H_2$$

Disodium Ethynide (13.60)

$$CH_3 - C \equiv C - H \;+\; Na^+NH_2^-$$
$$\downarrow$$
$$CH_3 - C \equiv C^-Na^+ \;+\; NH_3$$

Sodium propynide

(13.61)

Alkane اور Alkene اس قسم کے تعاملات نہیں دکھاتے لہٰذا یہ الکائن، Alkene میں فرق کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ مندرجہ بالا کا But-1-yne اور But-2-yne کے ساتھ تعاملات سے متعلق کیا خیال ہے؟ Alkene، Alkane اور الکائن اپنے تیزابی طرز عمل میں مندرجہ ذیل رجحان کا اظہار کرتے ہیں۔

(i) $HC \equiv CH > H_2C = CH_2 > CH_3 - CH_3$

(ii) $HC \equiv CH > CH_3 - C \equiv CH >> CH_3 - C \equiv C - CH_3$

B. جمعی تعاملات: الکائن میں ایک تہرا بند ہوتا ہے۔ اس لیے یہ ڈائی ہائڈروجن، ہیلوجن، ہائڈروجن ہیلائڈ کے دو سالموں تک کا اضافہ کر سکتے ہیں۔ جمعی ماحصل کی تشکیل مندرجہ ذیل اقدامات کے مطابق ہوتی ہے۔

$$-C\equiv C- + H-Z \xrightarrow{H^+} -\overset{H}{\overset{|}{C}}=\overset{\oplus}{C}- + :\bar{Z} \longrightarrow -\overset{H}{\overset{|}{C}}=\overset{Z}{\overset{|}{C}}-$$

Vinylic cation

بننے والے جمعی ماحصل کا انحصار ونائلک کیٹ آین (Vinylic Cation) کے استحکام پر ہوتا ہے۔غیر متشاکل الکائن میں اضافہ مارکونیکوف قاعدے کے مطابق ہوتا ہے۔الکائن کے زیادہ تر تعاملات الیکٹروفلک جمعی تعاملات کی مثالیں ہیں۔چند جمعی تعاملات مندرجہ ذیل ہیں:

(i) ڈائی ہائڈروجن کا اضافہ

$$HC\equiv CH + H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} [H_2C=CH_2] \xrightarrow{H_2} CH_3-CH_3 \qquad (13.62)$$

$$\underset{\text{Propyne}}{CH_3-C\equiv CH} + H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} \underset{\text{Propene}}{[CH_3-CH=CH_2]} \xrightarrow{H_2} \underset{\text{Propane}}{CH_3-CH_2-CH_3} \qquad (13.63)$$

(ii) ہیلوجن کا اضافہ

$$CH_3-C\equiv CH + Br-Br \longrightarrow \underset{\text{1,2-Dibromopropene}}{[CH_3CBr=CHBr]} \xrightarrow{Br_2} \underset{\text{1,1,2,2-Tetrabromopropane}}{CH_3-\overset{Br}{\underset{Br}{C}}-\overset{Br}{\underset{Br}{CH}}} \qquad (13.64)$$

کاربن ٹیٹرا کلورائڈ میں برومین کے محلول کا سرخی مائل نارنجی رنگ غائب ہو جاتا ہے۔اسے غیر سیر شدگی کی جانچ کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔

(iii) ہائڈروجن ہیلائڈ کا اضافہ

ہائڈروجن ہیلائڈ (HCl، HBr، HI) کے دوسالے الکائن میں جمع ہوکر 'جیم' (Gem) ڈائی ہیلائڈ (جن میں دو ہیلوجن ایٹم ایک ہی کاربن ایٹم سے منسلک ہوتے ہیں) بناتے ہیں۔

$$H-C\equiv C-H + H-Br \longrightarrow \underset{\text{Bromoethene}}{[CH_2=CH-Br]} \longrightarrow \underset{\text{1,1-Dibromoethane}}{\underset{CH_3}{CHBr_2}} \qquad (13.65)$$

$$CH_3-C\equiv CH + H-Br \longrightarrow \underset{\text{2-Bromopropene}}{[CH_3-\underset{Br}{C}=CH_2]} \longrightarrow \underset{\text{2,2-Dibromopropane}}{CH_3-\overset{Br}{\underset{Br}{C}}-CH_3} \qquad (13.66)$$

(iv) پانی کا اضافہ

Alkane اور Alkene کی طرح الکائن بھی غیر حل پذیر ہیں اور پانی سے تعامل نہیں کرتے۔تاہم، 333 K پر مرکیورک سلفیٹ اور ڈائی لیوٹ سلفیورک ایسڈ کے ساتھ گرم کرنے پر الکائن میں پانی کے ایک سالمہ کا اضافہ ہو جاتا ہے۔

$$\underset{\text{Ethyne}}{HC\equiv CH} + H-OH \xrightarrow[333K]{Hg^{2+}/H^+} CH_2=\underset{OH}{C}-H \xrightarrow{\text{Isomerisation}} \underset{\text{Ethanal}}{CH_3-\underset{O}{\underset{\|}{C}}-H} \qquad (13.67)$$

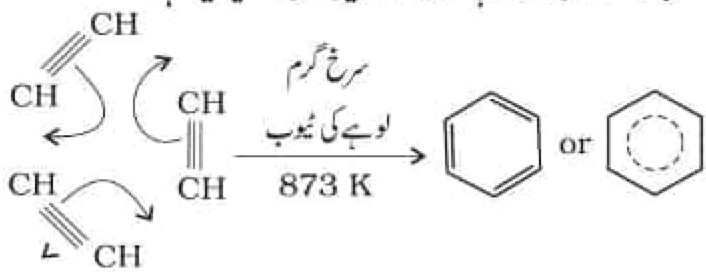
$$\underset{\text{Propyne}}{CH_3-C\equiv CH} + H-OH \xrightarrow[333K]{Hg^{2+}/H^+} CH_3-\underset{O-H}{C}=CH_2 \xrightarrow{\text{Isomerisation}} \underset{\text{Propanone}}{CH_3-\underset{O}{\underset{\|}{C}}-CH_3} \qquad (13.68)$$

(v) پالیمر سازی (Polymerisation)

(a) خطی پالیمر سازی (Linear Polymerisation): عام حالات میں، ایتھائن میں خطی پالیمر سازی ہوتی ہے اور پالی ایسٹلین

(Polyacetylene) یا پالی ایتھائین (Polyethyne) بنتا ہے جو ایک بہت زیادہ سالماتی وزن والا پالی این (Polyene) ہوتا ہے جس میں (CH = CH – CH = CH) کی مکرّر اکائیاں ہوتی ہیں اور اسے $-(CH=CH-CH=CH)_n-$ سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ خاص حالات میں، یہ پالیمر برق کا موصل ہوتا ہے۔ پالی ایسائٹلین کی پتلی پرت کا استعمال بیٹریوں میں الیکٹروڈ کی طرح ہوتا ہے۔ یہ پرتیں اچھی موصل ہیں، ہلکی ہیں اور دھاتی موصلوں سے سستی ہوتی ہیں۔

(b) سائکلک پالیمر سازی (Cyclic Polymerisation):
ایتھائن کو 873 K پر سُرخ گرم لوہے کی ٹیوب میں سے گزارنے پر اس کی سائکلک پالیمر سازی ہوتی ہے۔ تین سالمات کی پالیمر سازی کے نتیجے میں بینزین حاصل ہوتی ہے جو بینزین کے مشتق، رنگوں، دواؤں اور نامیاتی مرکبات کی ایک بڑی تعداد کی تیاری کے لیے ابتدائی سالمہ ہوتا ہے۔ یہ ایلیفیٹک مرکبات (Aliphatic Compound) سے ایرومیٹک مرکبات (Aromatic Compound) میں داخل ہونے کا سب سے بہتر راستہ ہے۔ جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

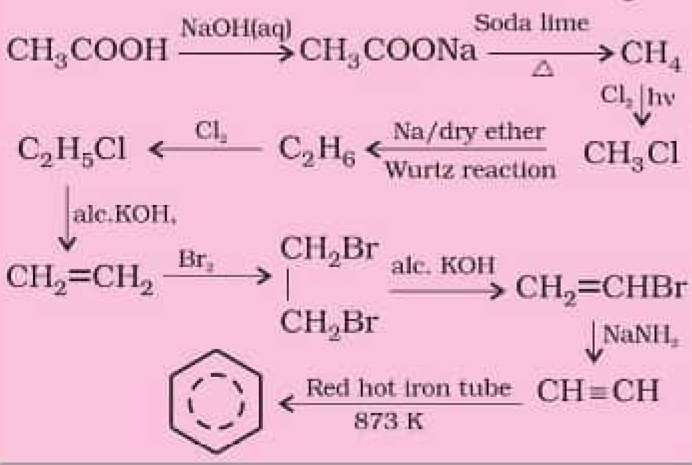


(13.69)

مسئلہ 13.14

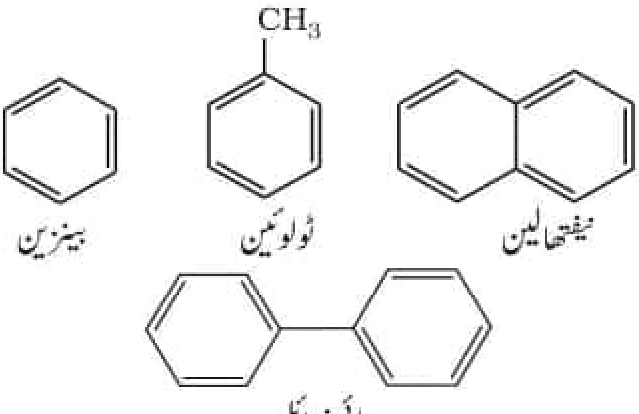
آپ ایتھانوئک ایسڈ کو بینزین میں کیسے تبدیل کریں گے؟

حل



13.5 ایرومیٹک ہائڈروکاربن (Aromatic Hydrocarbon)

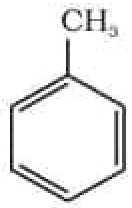
یہ ہائڈروجن کاربن ایرینز (Arenes) بھی کہلاتے ہیں۔ کیونکہ ان میں سے زیادہ تر میں بھینی بھینی مہک ہوتی ہے (گریک: ایروما یعنی اچھی مہک والے)، اس جماعت کے مرکبات کو ایرومیٹک مرکبات (Aromatic Compounds) کہتے ہیں۔ ایسے زیادہ تر مرکبات میں بینزین رنگ موجود ہوتا ہے۔ بینزین رنگ بہت زیادہ غیر سیر شدہ ہوتا ہے، لیکن ایرومیٹک مرکبات کے زیادہ تر تعاملات میں بینزین رنگ کی غیر سیر شدگی قائم رہتی ہے۔ تاہم، ایسے ایرومیٹک ہائڈروکاربن کی مثالیں بھی ہیں جن میں بینزین رنگ نہیں ہوتے بلکہ ان کی جگہ دوسرے انتہائی غیر سیر شدہ رنگ ہوتے ہیں۔ ایسے ایرومیٹک مرکبات جن میں بینزین رنگ ہوتے ہیں بینزوائڈ **(Benzoides)** کہلاتے ہیں اور جن میں بینزین رنگ نہیں ہوتے وہ غیر بینزوائڈ **(Non-benzoides)** کہلاتے ہیں۔ ایرینز کی کچھ مثالیں مندرجہ ذیل ہیں۔



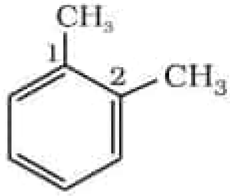
13.5.1 تسمیہ اور آئسومیرزم (Nomenclature and Isomerism)

ایرومیٹک ہائڈروکاربن کے تسمیہ اور آئسومیرزم اکائی 12 میں پہلے ہی زیر بحث رہے ہیں۔ بینزین کے تمام چھ ہائڈروجن یکساں ہوتے ہیں؛ لہٰذا یہ ایک اور صرف ایک ہی قسم کے اکائی بدل ماحصل بناتے ہیں۔ بینزین کے دو ہائڈروجن ایٹم جب دو یکساں یا مختلف یک گرفتی ایٹموں یا گروپ سے تبدیل ہوتے ہیں تو تین مختلف پوزیشن آئسومر ممکن ہوتے ہیں۔ 1، 2 یا 1، 6 آرتھو (ortho, –o) کہلاتے ہیں۔ 1، 3 یا 1، 5 میٹا

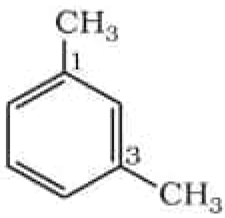
(meta, m–) اور 1، 4 پیرا (para, p–) Disubstituted مرکبات کہلاتے ہیں۔ بینزین کے مشتقوں کی کچھ مثالیں مندرجہ ذیل ہیں۔



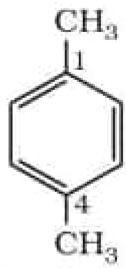
Methylbenzene (Toluene)



1,2-Dimethylbenzene (*o*-Xylene)



1,3 Dimethylbenzene (*m*-Xylene)



1,4-Dimethylbenzene (*p*-Xylene)

13.5.2 بینزین کی ساخت (Structure of Benzene)

1825 میں مائکل فیراڈے نے بینزین کو علیحدہ کیا تھا۔ بینزین کا سالماتی ضابطہ C_6H_6 اعلیٰ درجہ کی غیر سیرشدگی ظاہر کرتا ہے۔ یہ سالماتی ضابطہ اس کی الکین، الکین اور الکائن سے اس کے تعلقات کو واضح نہیں کرتا جو ہم اس اکائی کے شروع کے سیکشنوں میں پڑھ چکے ہیں۔ آپ کا اس کی ممکنہ ساخت کے بارے میں کیا خیال ہے؟ اس کی منفرد خصوصیات اور غیر معمولی استحکام کی وجہ سے اسے ساخت فراہم کرنے میں کئی برس لگ گئے۔ بینزین کو ایک مستحکم سالمہ پایا گیا ہے اور یہ پایا گیا ہے کہ وہ ٹرائی اوزونائڈ بناتا ہے جو تین دوہرے بند کی موجودگی کو ظاہر کرتا ہے۔ مزید یہ پایا گیا کہ بینزین ایک اور صرف ایک Monosubstituted مشتق بناتا ہے جو یہ ظاہر کرتا ہے کہ بینزین کے تمام چھ کاربن اور چھ ہائڈروجن یکساں ہیں۔ اس مشاہدے کی بنیاد پر 1865 میں آگسٹ کیکولے نے بینزین کے لیے مندرجہ ذیل ساخت تجویز کی جس میں چھ کاربن ایٹم سائکلک ترتیب میں ہوتے ہیں اور متبادل طور پر اکہرے اور دوہرے بند ہیں اور ہر ایک کاربن ایٹم کے ساتھ ایک ہائڈروجن منسلک ہے۔

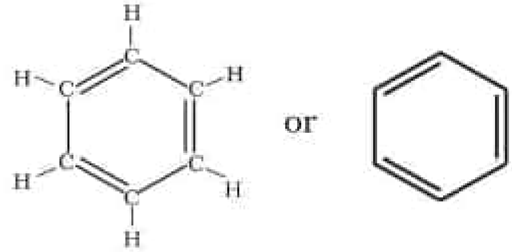


فریڈرک آگسٹ کیکولے،
7 ستمبر 1829 –
13 جولائی 1896

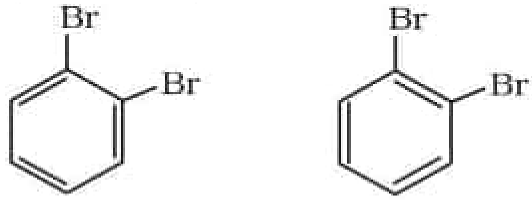
فریڈرک آگسٹ کیکولے، ایک جرمن کیمیاداں، 1829 میں جرمنی کے ڈارمسٹ (Darmsdt) میں پیدا ہوئے۔ 1856 میں وہ پروفیسر کے عہدے پر فائز ہوئے اور 1875 میں رائل سوسائٹی کے فیلو مقرر ہوئے۔ ان کا ساختی نامیاتی کیمیا میں بہت اہم تعاون رہا ہے۔ 1858 میں یہ تجویز کر کے کہ کاربن ایٹم ایک دوسرے سے جُڑ کر لمبی زنجیریں بناسکتے ھیں بعد میں 1865 میں انھوں نے بینزین کی ساخت کے مسئلہ کی چنوتی کا جواب اس تجویز کے ساتھ دیا کہ یہ زنجیریں بند ہو کر حلقہ بناتی ھیں۔ انھوں نے بینزین کے لیے ایک موثر ساختی ضابطہ دیا جو اس کی جدید الیکٹرانی ساخت کی بنیاد بنا۔ انھوں نے بعد میں بینزین کی ساخت کی دریافت ان الفاظ میں کی:

"میں بیٹھا ہوا اپنی نصابی کتاب لکھ رہا تھا، لیکن کام آگے نہیں بڑھ رہا تھا؛ ذہن کہیں اور تھا۔ میں نے اپنی کرسی آتش دان کی سمت گھمائی اور سو گیا۔ دوبارہ ایٹم میری نظروں کے سامنے اچھلنے کودنے لگے۔ اس مرتبہ چھوٹے گروپ منکسرانہ انداز میں پس منظر رہے۔ میری ذہنی آنکھ جو اس قسم کے مکرّر نقش نگاری کے تیں بہت حسّاس ہو چکی ھے، اب کئی بڑی ساختوں میں تفریق کرسکتی تھی: لمبی قطاریں؛ کبھی کبھی بہت قریب سے جڑی ہوئی؛ سب لہراتی ہوئی اور سانپ کی طرح حرکت کرتی ہوئی۔ لیکن دیکھو! وہ کیا ھے؟ ایک سانپ نے اپنی ھی دُم کو پکڑ لیا؛ اور میری نظروں کے سامنے وہ شکل گھومنے لگی۔ جیسے بجلی کی چمک کی طرح اچانک میری آنکھ کھل گئی...... باقی تمام رات میں نے اس مفروضے کے نتائج پر غور کرتے ہوئے گزاری۔ آئیے ہم خواب دیکھیں، ساتھیوں اور پھر شاید ہم سچائی کو جان سکیں لیکن خبردار ھمیں اپنے خوابوں کو عوامی نہیں بنانا چاھیے جب تک کہ ھمارا جاگتا ہوا ذھن اس کی تصدیق نہ کردے۔" (1890)۔

ایک سو سال بعد، کیکیولے کے صدسالہ جشن کے موقع پر مرکبات کی ایک جماعت جس کی ساخت پالی بینزوآئڈ (Polybenzoid) ھے کیکیولینس (Kekulenes) کا نام دیا گیا۔



کیکیولے ساخت دو آئسومیرک ساختوں 1, 2 Dibromob-enzenes کے امکان کو ظاہر کرتی ہے۔ ان میں سے ایک آئسومر میں برومین ایٹم دوہرے بند والے کاربن ایٹم سے منسلک ہوتا ہے جبکہ دوسرے میں وہ اکہرے بند والے کاربن ایٹم سے منسلک ہوتا ہے۔



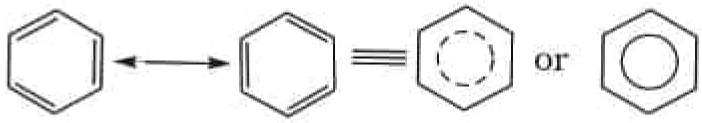
تاہم بینزین میں صرف ایک ہی آرتھو Disubstituted ماحصل پایا گیا ہے۔ اس مسئلہ کو کیکیولے نے حل کیا اور بینزین میں دوہرے بند کی اہتزازی فطرت (Oscillating Nature) کا تصور پیش کیا جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے۔



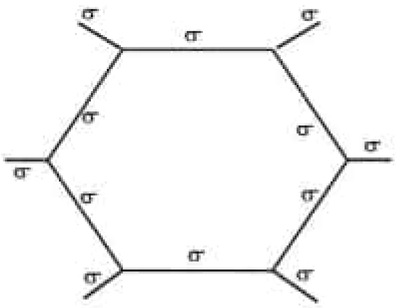
اس تبدیلی کے باوجود کیکیولے کی بینزین ساخت اس کے غیر معمولی استحکام اور جمعی تعاملات کی بجائے بدل تعاملات کی ترجیح کو واضح کرنے میں ناکام ہے جس کو بعد میں گمک کے ذریعہ واضح کیا گیا ہے۔

گمک اور بینزین کا استحکام
(Resonance and Stability of Benzene)

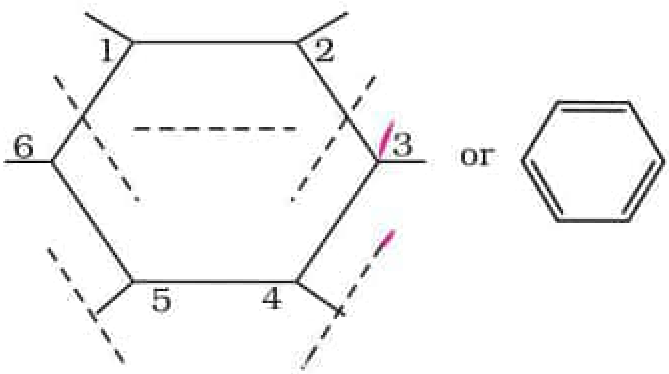
ویلنس بانڈ تھیوری کے مطابق، بینزین میں اہتزازی دوہرے بند کے تصور کو اب گمک کے ذریعہ واضح کیا جا سکتا ہے۔ بینزین مختلف گمک ساختوں کا مخلوط ہے۔ کیکیولے کے ذریعے دی گئی دو ساختیں (A) اور (B) خاص Contributing ساختیں ہیں۔ مخلوط شکل کا اظہار مسدس (Hexagon) ساخت کے اندر ایک حلقہ یا نقط دار حلقہ کے ذریعہ کیا جاتا ہے جیسا کہ (C) میں دکھایا گیا ہے۔ حلقہ چھ الیکٹرانوں کو ظاہر کرتا ہے جو بینزین حلقہ کے چھ کاربن ایٹموں کے درمیان Delocalised ہوتے ہیں۔



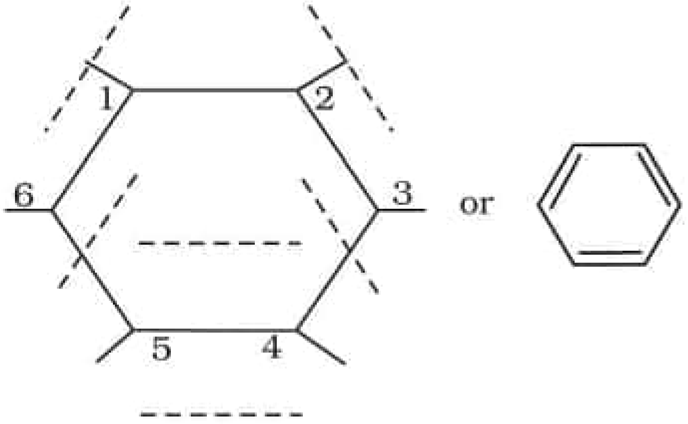
بینزین کی ساخت کے لیے اربٹل کا انطباق زیادہ واضح تصویر پیش کرتا ہے۔ بینزین کے تمام چھ کاربن ایٹم sp^2 مخلوط شدہ ہوتے ہیں۔ ہر ایک کاربن ایٹم کے دو sp^2 مخلوط اربٹل اپنے ہم سائے کاربن کے sp^2 اربٹل سے انطباق کرتے ہیں اور چھ سگما (σ) بانڈ C – C بناتے ہیں جو مسدسی مستوی میں ہوتے ہیں۔ ہر ایک کاربن ایٹم کے باقی sp^2 اربٹل ہائڈروجن ایٹم کے s اربٹل سے انطباق کر کے چھ C – H سگما بانڈ بناتے ہیں۔ اب ہر ایک کاربن ایٹم کے پاس غیر مخلوط p اربٹل باقی رہ جاتا ہے جو حلقہ کے مستوی کے عمودی ہوتا ہے، جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے۔



کاربن ایٹم کے غیر مخلوط شدہ p–اربٹل اتنے نزدیک ہوتے ہیں کہ وہ پہلوی انطباق کے ذریعہ π بانڈ بنا لیتے ہیں۔ p اربٹل کے ذریعہ تین پائی (π) بانڈ بنانے کے دو یکساں امکانات ہیں۔ $C_1 - C_2$، $C_3 - C_4$، $C_5 - C_6$ یا $C_2 - C_3$، $C_4 - C_5$، $C_6 - C_1$ جیسا کہ مندرجہ ذیل ہیں۔

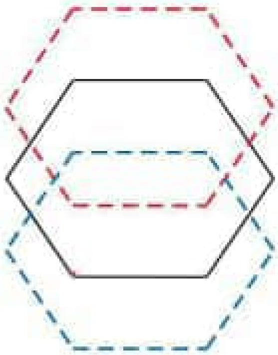


شکل 13.7(a)



شکل 13.8 (b)

ساختیں 13.7 (a) اور (b) Localised π بانڈ کے ساتھ کیکیولے کی دو ساختوں کے مشابہ ہیں۔ حلقہ میں تمام کاربن ایٹموں کے درمیان ایکسرے (X-ray) انصراف کے لیے معلوم کیا گیا بین مرکزی فاصلہ یکساں پایا گیا ہے۔ مستوی کاربن ایٹم کے p-اربٹل کی اپنے پڑوسی کاربن ایٹم کے p- اربٹل سے انطباق کے یکساں امکانات ہیں، (شکل 13.7(c) اور (d)) ایک مسدسی حلقہ کے مستوی کے اوپر اور ایک حلقہ کے مستوی کے نیچے۔ جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے۔



شکل 13.7(c)



شکل 13.7(d)

اس طرح چھ π الیکٹران Delocalised ہوتے ہیں اور کسی دو کاربن ایٹم کے مرکزوں کے بجائے چھ کاربن ایٹموں کے درمیان آسانی سے آزادانہ طور پر گھومتے ہیں جیسا کہ شکل 13.6(a) یا (b) میں دکھایا گیا ہے۔ Delocalised π الیکٹران بادل دو کاربن ایٹموں کے درمیان Localised الیکٹران بادلوں کی بہ نسبت کاربن ایٹموں کے مراکز کے لیے زیادہ پُرکشش ہوتے ہیں۔ لہٰذا بینزین میں π الیکٹرانوں کی موجودگی اُسے تصوراتی سائیکلوہیکساٹرائین (Cyclohexatriene) کی بہ نسبت زیادہ مستحکم بناتی ہے۔

ایکسرے انصراف (Diffraction) سے حاصل شدہ آنکڑے بتاتے ہیں کہ بینزین ایک مسطح سالمہ ہے۔ اگر مندرجہ ذیل بالا بینزین کی ساختوں (A) اور (B) میں سے کوئی ایک صحیح ہے تو دو قسم کی C – C بندشی لمبائیاں متوقع ہوتیں۔ بہرحال ایکسرے آنکڑے بتاتے ہیں کہ تمام چھ C – C بندشی لمبائیاں برابر ہیں (139 pm) جو کہ C – C اکہرے بند (154 pm) اور دوہرے بند (133 pm) کی درمیانی قدر ہے۔ اس طرح بینزین میں خالص دوہرے بند کی غیرموجودگی عام حالات میں بینزین کے ذریعہ جمعی تعاملات سے تذبذب کو ظاہر کرتی ہے، اس طرح بینزین کے غیرمعمولی برتاؤ کی وضاحت کرتا ہے۔

13.5.3 ایرومیٹی سٹی (Aromaticity)

بینزین ایرومیٹک مرکبات میں مورث (Parent) مانا جاتا ہے۔ اب یہ نام تمام حلقہ نظام کے مرکبات کے لیے استعمال ہوتا ہے خواہ وہ بینزین حلقہ رکھتے ہوں یا نہ رکھتے ہوں اور مندرجہ ذیل خاصیتیں رکھتے ہوں:

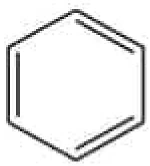
(i) مسطح خاصیت (Planrity)

(ii) حلقہ کے اندر π الیکٹرانوں کا مکمل Delocalisation ہو۔

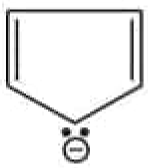
(iii) حلقہ کے اندر (4n + 2) π الیکٹران ہوں جہاں n ایک صحیح عدد (n= 0, 1, 2, ...) ہو۔

اس کو عام طور پر ہکل قاعدہ (**Hückel Rule**) کہتے ہیں۔

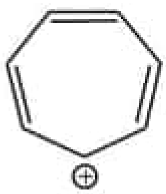
ایرومیٹک مرکبات کی چند مثالیں مندرجہ ذیل ہیں۔



Benzene

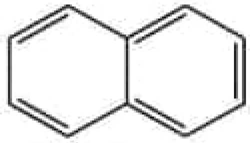


Cyclopentadienyl anion

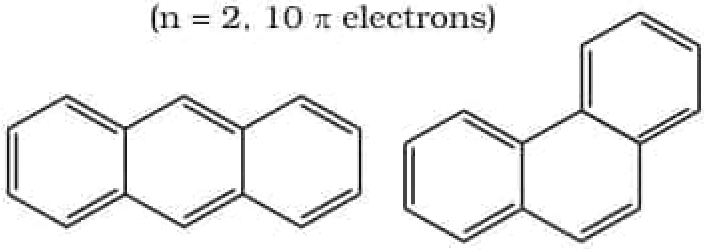


Cycloheptatrienyl cation

(n=1, 6π electrons)



Naphthalene
(n = 2, 10 π electrons)



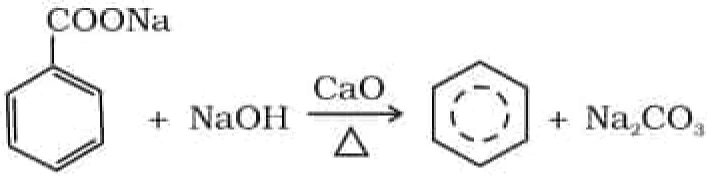
Anthracene Phenanthrene
(n =3, 14 π electrons)

13.5.4 بینزین کی تیاری (Preparation of Benzene)

تجارتی طور پر بینزین کو کول تار (Coal Tar) سے علیحدہ کیا جاتا ہے۔ تاہم تجربہ گاہوں میں اسے مندرجہ ذیل طریقوں سے تیار کر سکتے ہیں۔

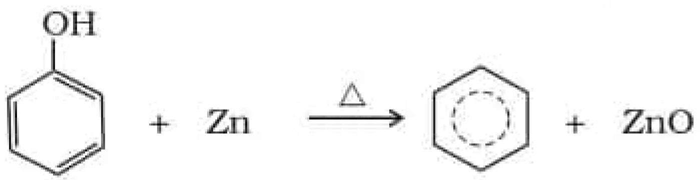
(i) ایتھائن کی سائیکلک پالیمر سازی سے (سیکشن 13.4.4)۔

(ii) ایرومیٹک ایسڈ کے ڈی کاربوکسیلیشن سے: بینزوئک ایسڈ کے سوڈیم نمک سوڈا لائم کے ساتھ گرم ہونے پر بینزین دیتے ہیں۔



(13.70)

(iii) فینول کی تحویل سے: فینول کے بخارات کو گرم زنک پاؤڈر کے اوپر سے گزارنے پر اس کی تحویل بینزین میں ہو جاتی ہے۔



(13.71)

13.5.5 خصوصیات (Properties)

طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

ایرومیٹک ہائڈروکاربن غیر قطبی سالمے ہوتے ہیں اور عام طور پر بغیر رنگ والے رقیق یا ٹھوس ہوتے ہیں جن کی ایک مخصوص بُو ہوتی ہے۔ آپ نیفتھالین کی گولیوں سے تو واقف ہوں گے جو ٹوائلٹ میں اور کپڑوں کو محفوظ رکھنے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں کیونکہ مرکب کی مخصوص بُو ہوتی ہے اور کیڑے (Moth) بھگانے کی صلاحیت ہوتی ہے۔ ایرومیٹک ہائڈروکاربن پانی میں غیرحل پذیر ہوتے ہیں لیکن نامیاتی محلل میں بہت جلد حل ہو جاتے ہیں یہ دھویں اور لو کے ساتھ جلتے ہیں۔

کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

الیکٹروفِلک بدل تعاملات ایرین کی خصوصیات ہوتی ہیں۔ تاہم مخصوص حالات میں ان میں جمعی تعاملات اور تکسید بھی ہوتی ہے۔

الیکٹروفِلک بدل تعاملات (Electrophilic Substitution Reactions)

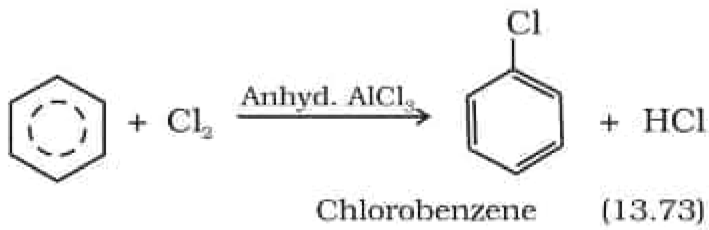
ایرین کے عام الیکٹروفِلک بدل تعاملات نائٹریشن، ہیلوجنیشن، سلفونیشن، فریڈل کرافٹ کے الکائلیشن اور اسائلیشن تعاملات ہیں جن میں حملہ آور ریجنٹ الیکٹروفائل (E^+) ہوتا ہے۔

(i) **نائٹریشن:** جب بینزین کو مرتکز نائٹرک ایسڈ اور مرتکز سلفیورک ایسڈ (نائٹریٹنگ آمیزے) کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے تو بینزین حلقہ میں ایک نائٹرو گروپ داخل ہو جاتا ہے۔



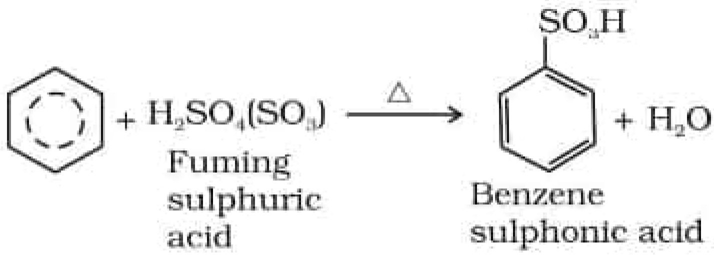
Nitrobenzene (13.72)

(ii) **ہیلوجنیشن (Halogenation):** نابیدہ $FeCl_3$، $FeBr_3$ یا $AlCl_3$ جیسے لیوئس ایسڈ کی موجودگی میں ایرین (Arenes) ہیلوجن کے ساتھ تعامل کر کے ہیلوایرین بناتے ہیں۔



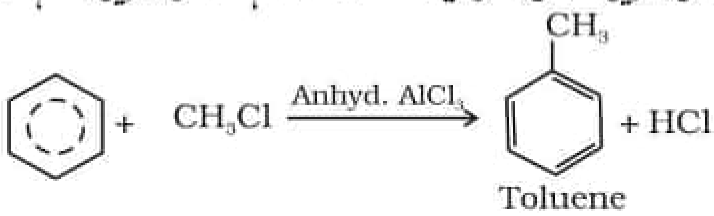
(13.73)

(iii) **سلفونیشن (Sulphonation)**: حلقہ میں سلفونِک ایسڈ گروپ کے ذریعہ ہائڈروجن کا ہٹایا جانا سلفونیشن کہلاتا ہے۔ یہ بینزین کو دخانی (Fuming) سلفیورک ایسڈ (Oleum) کے ساتھ گرم کرکے حاصل کیا جاتا ہے۔

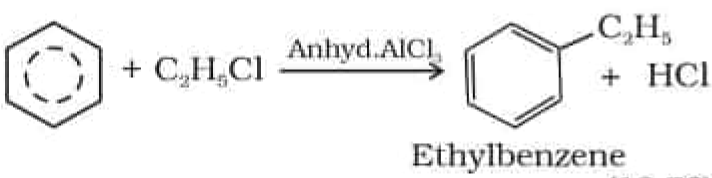


(13.74)

(iv) **فریڈل–کرافٹ الکائلیشن تعامل Friedal Crafts Alkylation Reaction**: جب نابیدہ ایلومینیم کلورائڈ کی موجودگی میں بینزین کا تعامل الکائل ہیلائڈ کے ساتھ ہوتا ہے تو الکائل بینزین بنتا ہے۔



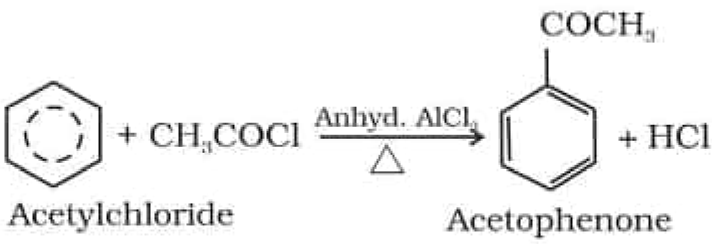
(13.75)



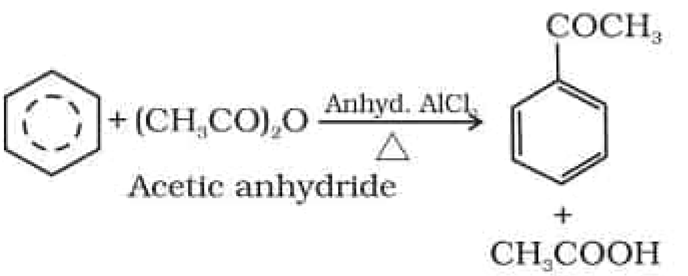
(13.76)

بینزین کو 1-Chloropropane کے ساتھ گرم کرنے پر ہمیں *n*-propyl benzene کی بجائے Isopropyl benzene کیوں حاصل ہوتا ہے؟

(v) **فریڈل– کرافٹ اسائلیشن تعامل (Friedel-Craft Acylation Reaction)**: لیوس ایسڈ ($AlCl_3$) کی موجودگی میں بینزین کے اسائل ہیلائڈ یا ایسڈ اینہائڈرائڈ سے تعامل کرنے پر اسائل بینزین حاصل ہوتا ہے۔

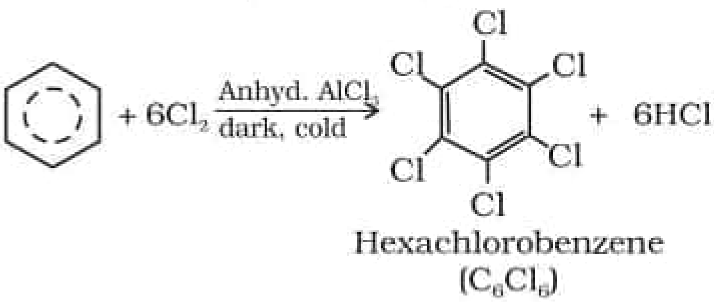


(13.77)



(13.78)

اگر الیکٹروفلک ریجنٹ کا زیادہ استعمال کیا جائے، تو مزید بدل تعاملات ہو سکتے ہیں جس میں بینزین حلقہ کے مزید ہائڈروجن ایٹم یکے بعد دیگر الیکٹروفائل سے تبدیل ہو سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر نابیدہ $AlCl_3$ کی موجودگی میں اندھیرے میں بینزین زیادہ کلورین کے ساتھ تعامل کرکے ہیکسا کلوروبینزین (C_6Cl_6) بناتا ہے۔



(13.79)

الیکٹروفلک بدل تعاملات کا میکانزم (Mechanism of Electrophilic Substitution Reactions)

تجرباتی ثبوتوں کے مطابق S_E (S = Substitution; E =Electrophilic) تعاملات مندرجہ ذیل تین اقدام کے ذریعہ آگے بڑھتے ہیں۔

(a) الیکٹروفائل کی تخلیق

(b) کاربوکیٹ آین انٹرمیڈیئٹ کا بننا

(c) کاربوکیٹ آین انٹرمیڈیئٹ سے پروٹان کا نکلنا۔

(a) **الیکٹروفائل کی تخلیق $E^{\oplus}$**: بینزین کے کلورینیشن، الکائلیشن اور اسائلیشن کے دوران، نابیدہ $AlCl_3$، ایک لیوس ایسڈ ہونے کی وجہ

سے حملہ آور ریجنٹ سے متحد ہو کر الیکٹروفائل بالترتیب $RC^{\oplus}O$، $R^{\oplus}$، $Cl^{\oplus}$ (Acylium Ion) کی تخلیق میں مدد کرتا ہے۔

(i) $$Cl{-}Cl + AlCl_3 \longrightarrow \overset{+}{Cl} + [AlCl_4]^-$$
Chloronium ion

(ii) $$CH_3{-}Cl + AlCl_3 \longrightarrow \overset{+}{C}H_3 + [AlCl_4]^-$$

(iii) $$CH_3{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}{-}Cl + AlCl_3 \longrightarrow CH_3{-}\underset{\underset{O}{\|}}{\overset{+}{C}} + [AlCl_4]^-$$

نائٹریشن میں الیکٹروفائل، نائٹرونیم آئن، $\overset{+}{N}O_2$ ایک پروٹان کے (سلفیورک ایسڈ سے) نائٹرک ایسڈ کی طرف منتقل ہونے سے مندرجہ ذیل طریقہ سے بنتا ہے۔

قدم I

$$HO_3SO{-}H + H{-}\ddot{O}{-}NO_2 \rightleftharpoons H{-}\overset{\overset{H}{|}}{\overset{+}{O}}{-}NO_2 + HSO_4^-$$

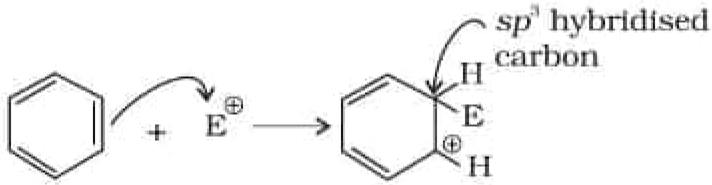
قدم II

$$H{-}\overset{\overset{H}{|}}{\overset{+}{O}}{-}NO_2 \rightleftharpoons H_2O + \overset{\oplus}{N}O_2$$

Protonated nitric acid Nitronium ion

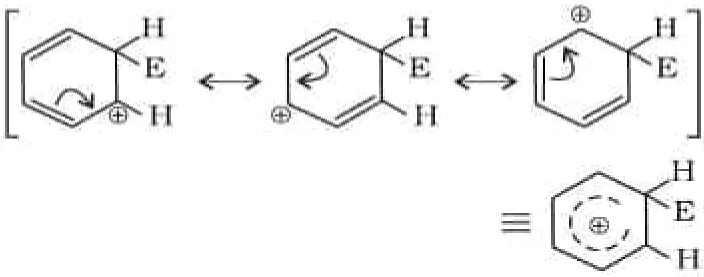
یہ دلچسپ بات ہے کہ نائٹرونیم آئن کی تخلیق میں سلفیورک ایسڈ ایک ایسڈ کی طرح اور نائٹرک ایسڈ ایک اساس کی طرح کام کرتے ہیں۔ لہٰذا یہ ایک سادہ تیزاب-اساس توازن ہے۔

(b) کاربو کیٹ آئن (Arenium Ion) کا بننا : الیکٹروفائل کے حملے کے نتیجے میں σ-کمپلیکس یا آرینیم آئن بنتا ہے جس میں ایک کاربن sp^3 مخلوط شدہ ہوتا ہے۔



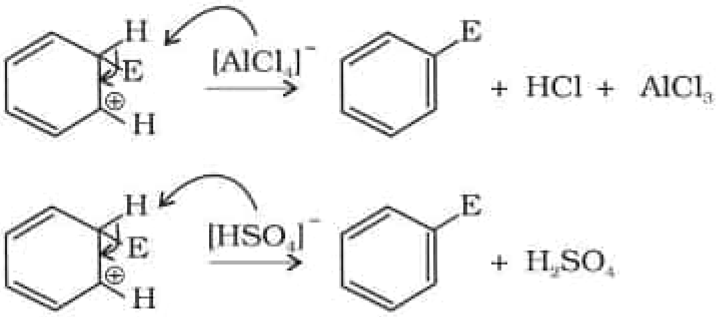
σ-complex (Arenium ion)

آرینیم آئن گمک کے ذریعہ مستحکم ہوجاتا ہے۔



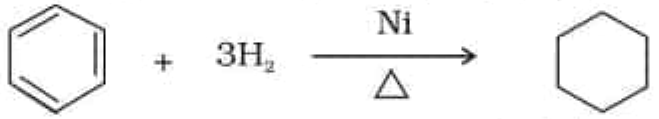
سگما کمپلیکس یا آرینیم آئن اپنی ایرومیٹک خصوصیات کھو دیتا ہے کیونکہ sp^3-مخلوط شدہ کاربن الیکٹرانوں کی منتقلی رک جاتی ہے۔

(c) پروٹان کا اخراج : ایرومیٹک خصوصیات کو قائم رکھنے کے لیے σ-کمپلیکس سے $[AlCl_4]^-$ (ہیلوجنیشن، الکائیلیشن اور اسائیلیشن وغیرہ میں) اور $[HSO_4]^-$ (نائٹریشن میں) کے ذریعے حملہ کرنے پر sp^3-مخلوط شدہ کاربن سے پروٹان کا اخراج کرتے ہیں۔



جمعی تعاملات (Addition Reactions)

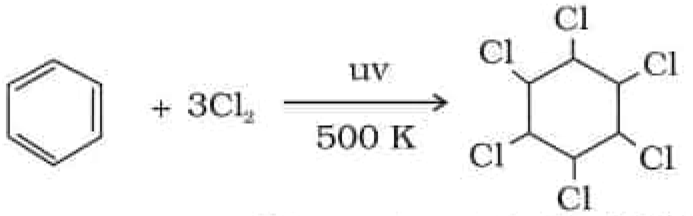
مختلف حالات میں یعنی بہت زیادہ درجۂ حرارت اور دباؤ پر نکل وسیط کی موجودگی میں بینزین کے ہائڈروجنیشن سے، سائیکلو ہیکسین بنتا ہے۔



Cyclohexane

(13.80)

UV روشنی کی موجودگی میں تین کلورین سالمات بینزین میں جمع ہو کر بینزین ہیکسا کلورائڈ $C_6H_6Cl_6$ بناتے ہیں جو گیمیکسین (Gammaxane) بھی کہلاتا ہے۔



Benzene hexachloride, (BHC)

(13.81)

احتراق (Combustion)

ہوا میں گرم کرنے پر بینزین دھوئیں دار لو کے ساتھ جل کر CO_2 اور H_2O دیتی ہے۔

$$C_6H_6 + \frac{15}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O \qquad (13.82)$$

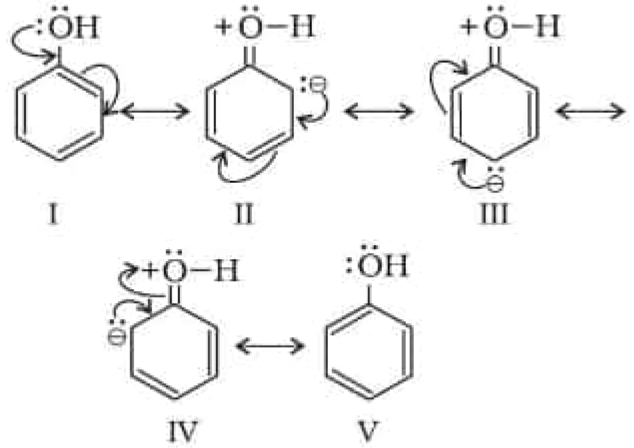
کسی بھی ہائڈروکاربن کے لیے عمومی احتراق تعامل مندرجہ ذیل کیمیائی مساوات کے ذریعہ دیا جاسکتا ہے۔

$$C_xH_y + (x + \frac{y}{4})O_2 \rightarrow x\,CO_2 + \frac{y}{2}H_2O \qquad (13.83)$$

13.5.6 اکائی بدل بینزین میں تفاعلی گروپ کے سمتی اثرات (Directive Influence of a Functional Group In Monosubstituted Benzene)

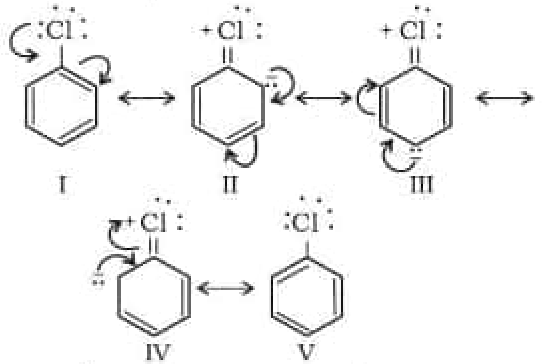
جب اکائی بدل بینزین میں مزید بدل تعامل ہوتا ہے تو تین ممکنہ دو بدل ماحصل برابر مقدار میں حاصل نہیں ہوتے۔ دو قسم کے طرزِ عمل دیکھے گئے ہیں۔ یا تو آرتھو (Ortho) اور پیرا (Para) ماحصل یا میٹا (Meta) ماحصل زیادہ تر بنتے ہیں۔ یہ بھی دیکھا گیا ہے کہ اس طرزِ عمل کا انحصار بینزین حلقہ میں پہلے سے موجود بدل کی فطرت پر زیادہ ہوتا ہے جبکہ داخل ہونے والے بدل کی فطرت پر نہیں ہوتا۔ یہ بدل کے سمتی اثرات کہلاتے ہیں۔ آرتھو/پیرا یا میٹا گروپ کی سمتی فطرت پر ذیل میں بحث کی گئی ہے۔

آرتھو اور پیرا سمتی گروپ: وہ گروپ جو داخل ہونے والے گروپ کو آرتھو یا پیرا سمت کی طرف بھیجتے ہیں آرتھو اور پیرا سمتی گروپ کہلاتے ہیں۔ مثال کے طور پر ہم فینولِک گروپ (–OH) کے سمتی اثرات پر بحث کریں گے۔ فینول مندرجہ ذیل ساختوں کی گمک مخلوط ہے۔



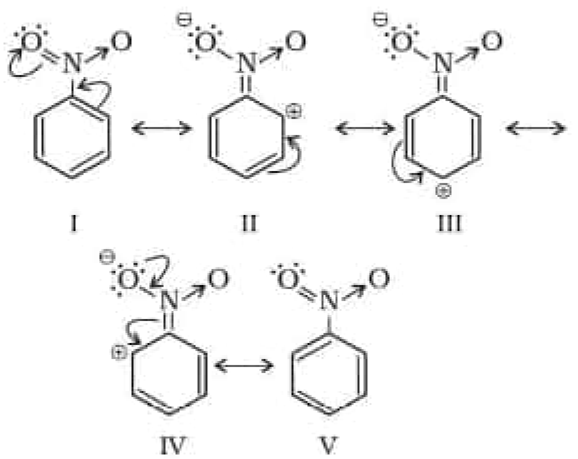
مندرجہ بالا گمک ساختوں سے یہ ظاہر ہے کہ o– اور p– مقامات پر الیکٹران کثافت زیادہ ہوتی ہے۔ لہٰذا عام طور پر یہ تبدیلی ان ہی مقامات پر ہوتی ہے۔ تاہم یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ –OH گروپ کا I– اثر (-I effect) بھی کام کرتا ہے جس کی وجہ سے بینزین حلقہ کے آرتھو اور پیرا مقامات پر الیکٹران کثافت قدرے کم ہو جاتی ہے۔ لیکن گمک کی وجہ سے حلقہ کے ان مقامات پر کل الیکٹران کثافت بڑھ جاتی ہے۔ لہٰذا، –OH گروپ الیکٹروفائل کے حملے کے لیے بینزین حلقہ کو عامل بناتا ہے۔ عامل بنانے والے کچھ دوسرے گروپ کی مثالیں $–NH_2$، –NHR، $–NHCOCH_3$، $–OCH_3$، $–CH_3$، $–C_2H_5$ وغیرہ ہیں۔

ایرائل ہیلائڈ میں، ہیلوجن مناسب حد میں غیر عاملانہ ہیں۔ ان کے قوی I– اثر (-I effect) کی وجہ سے بینزین حلقہ میں کل الیکٹران کثافت گھٹ جاتی ہے۔ اس کی وجہ سے مزید بدل تعامل دشوار ہو جاتا ہے۔ پھر بھی، گمک کی وجہ سے m– مقام کی بہ نسبت o– اور p– مقامات پر الیکٹران کثافت زیادہ ہوتی ہے۔ لہٰذا یہ بھی o– اور p– سمتی گروپ ہوتے ہیں۔ کلوروبینزین کی گمک ساختیں مندرجہ ذیل ہیں:



میٹا سمتی گروپ: وہ گروپ جو داخل ہونے والے گروپ کو میٹا (m–) سمت کی طرف اشارہ کرتے ہیں میٹا سمتی گروپ کہلاتے ہیں۔ میٹا سمتی گروپ کی چند مثالیں $–NO_2$، –CN، –CHO، –COR، –COOH، –COOR، $–SO_3H$ وغیرہ ہیں۔

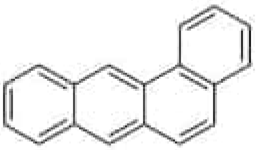
آیئے ہم نائٹرو گروپ کی مثال لیتے ہیں۔ نائٹرو گروپ اپنے قوی I– اثر کی وجہ سے بینزین حلقہ میں الیکٹران کثافت کو کم کر دیتا ہے۔ نائٹروبینزین مندرجہ ذیل ساختوں کی مخلوط گمک ہے۔



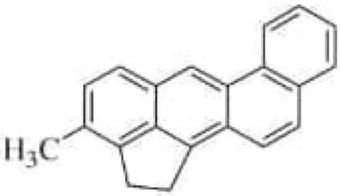
اس حالت میں بینزین کے اوپر کُل الیکٹران کثافت کم ہو جاتی ہے جو مزید بدل کو دشوار بناتی ہے، لہٰذا یہ گروپ غیر عاملانہ گروپ کہلاتے ہیں۔ m- مقام کے مقابلے o- اور p- مقامات پر الیکٹران کثافت نسبتاً کم ہوتی ہے۔ لہٰذا، الیکٹروفائل نسبتاً زیادہ الیکٹران والے m- مقام پر حملہ آور ہوتے ہیں اور نتیجہ میں میٹا بدل حاصل ہوتے ہیں۔

13.6 کینسر پیدا کرنے کی صلاحیت اور سمیت (Carcinogenicity and Toxicity)

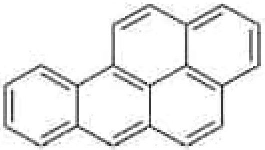
بینزین اور کثیر نیوکلیائی ہائڈروکاربن جن میں دو سے زیادہ بینزین حلقے ہوتے ہیں آپس میں مدغم (Fused) ہوکر زہریلے ہو جاتے ہیں اور کینسر پیدا کرنے کی صلاحیت (Carcinogenic) رکھتے ہیں۔ اس قسم کے کثیر نیوکلیائی ہائڈروکاربن، تمباکو، کوئلہ اور پیٹرولیم جیسے مادوں کے نا مکمل احتراق سے بنتے ہیں۔ یہ انسانی جسم میں داخل ہوتے ہیں اور مختلف حیاتیاتی کیمیائی تعاملات کرتے ہوئے آخر کار DNA کو تباہ کر کے کینسر پیدا کرتے ہیں۔ کچھ کارسینو جینک ہائڈروکاربن نیچے دیے گئے ہیں (دیکھیے باکس)۔



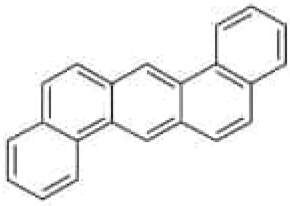
1,2-Benzanthracene



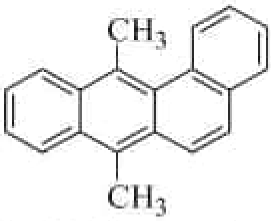
3-Methylcholanthrene



1,2-Benzpyrene



1,2,5,6-Dibenzanthracene



9,10-Dimethyl-1,2-benzanthracene

خلاصہ

ہائڈروکاربن صرف کاربن اور ہائڈروجن کے مرکبات ہوتے ہیں۔ ہائڈروکاربن زیادہ تر کوئلہ اور پیٹرولیم سے حاصل ہوتے ہیں جو کہ توانائی کے اہم ماخذ ہیں۔ پیٹروکیمیکل اہم ابتدائی مادے ہیں جو کہ بڑی تعداد میں تجارتی مادّوں کی تیاری میں اہم ابتدائی مادّے کی طرح استعمال ہوتے ہیں۔ LPG (Liquefied Petroleum Gas) اور CNG (Compressed Natural Gas) جو گھریلو ایندھن اور آٹوموبائل صنعت میں توانائی کے اہم ماخذ ہیں، پیٹرولیم سے حاصل کیے جاتے ہیں۔ ہائڈروکاربنوں کی سیر شدہ کھلی زنجیر (الکین) اور غیر سیر شدہ (الکین اور الکائن) سائیکلک (ایلی سائکلک) اور ایرومیٹک جماعتوں کے تحت درجہ بندی کی جاتی ہے۔

الکین کے اہم تعاملات آزاد ریڈیکل بدل، احتراق، تکسید اور ایرومیٹائزیشن ہوتے ہیں۔ الکین (Alkene) اور الکائن میں جمعی تعاملات ہوتے ہیں جو عام طور پر الیکٹروفلک جمعی ہوتے ہیں۔ ایرومیٹک ہائڈروکاربن غیر سیر شدہ ہونے کے باوجود عام طور پر الیکٹروفلک بدل تعاملات انجام دیتے ہیں۔ ان میں مخصوص حالات میں ہی جمعی تعاملات ہوتے ہیں۔

الکین C – C سگما بانڈ کے اطراف آزادانہ گھماؤ کی وجہ سے ساختی آئسومیرزم دکھاتے ہیں۔ ایتھین کے اسٹیگرڈ اور گرہن شدہ ڈھانچوں میں سے اسٹیگرڈ زیادہ مستحکم ہوتا ہے کیونکہ اس میں ہائڈروجن سب سے زیادہ فاصلہ پر ہوتے ہیں۔ الکین میں جیومیٹریائی **(trans-cis)** آئسومیرزم ہوتی ہے جس کی وجہ کاربن-کاربن کے درمیان دوہرے بند کے گرد گھماؤ میں پابندی ہوتی ہے۔

بینزین اور بینزونائڈ مرکبات ایرومیٹک خصوصیات ظاہر کرتے ہیں۔ ایرومیٹی سٹی، ایرومیٹک ہونے کی خصوصیت ان مرکبات میں ہوتی ہے جن کی مخصوص الیکٹرانی ساخت ہکل $\pi(4n + 2)$ الیکٹران قاعدے، کے مطابق ہوتی ہے بینزین رنگ سے منسلک گروپ یا بدل کی فطرت بینزین رنگ کے مزید الیکٹروفلک بدل تعاملات کے لیے عاملیت یا غیر عاملیت کی ذمہ داری ہوتی ہے اور اس کے ساتھ ہی داخل ہونے والے گروپ کی سمتی نشاندہی بھی کرتی ہے۔ کچھ کثیر نیوکلیائی ہائڈروکاربن جن میں بینزین رنگ سسٹم کا گداخت (Fused) ہوتا ہے، ان کی خصوصیات کارسنوجینک ہوتی ہیں۔

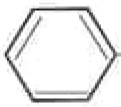
مشقیں

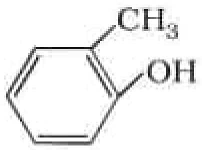
13.1 میتھین کے کلورینیشن کے دوران ایتھین کے بننے کا آپ کیا جواز پیش کریں گے؟

13.2 مندرجہ ذیل مرکبات کے IUPAC نام لکھیے۔

(a) $CH_3CH = C(CH_3)_2$ (b) $CH_2 = CH - C \equiv C - CH_3$

(c) 

(d)  $-CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$

(e) 

(f) $CH_3(CH_2)_4\ CH(CH_2)_3CH_3$ (branch on CH: $CH_2 - CH(CH_3)_2$)

(g) $CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - CH(C_2H_5) - CH_2 - CH = CH_2$

13.3 مندرجہ ذیل مرکبات میں تمام ممکنہ آئسومر کے ساختی ضابطے اور IUPAC نام لکھیے جن میں دوہرے یا تہرے بند ظاہر کیے گئے ہیں:

(a) C_4H_8 (ایک دوہرا بند)

(b) C_5H_8 (ایک تہرا بند)

13.4 مندرجہ ذیل مرکبات کی اوزونولسس (Ozonolysis) ماحصلات کے IUPAC نام لکھیے:

(i) Pent-2-ene (ii) 3,4-Dimethylhept-3-ene

(iii) 2-Ethylbut-1-ene (iv) 1-Phenylbut-1-ene

13.5 ایک الکین A اوزونولسس کے بعد ایتھنل اور Pentan-3-one کا آمیزہ دیتا ہے 'A' کی ساخت اور IUPAC نام لکھیے۔

13.6 ایک الکین A میں تین C – C، آٹھ C – H سگما بانڈ اور ایک C – C π بانڈ ہے۔ A اوزونولسس کے بعد 44 u مولر کمیت کے دو مول ایلڈیہائڈ دیتا ہے۔ A کا IUPAC نام لکھیے۔

13.7 Propanal اور Pentan-3-one ایک الکین (Alkene) کے اوزونولسس ماحصل ہیں۔ الکین کا ساختی ضابطہ کیا ہوگا؟

13.8 مندرجہ ذیل ہائڈروکاربن کے احتراقی تعامل کے لیے کیمیائی مساوات لکھیے:

(i) Butane (ii) Pentene

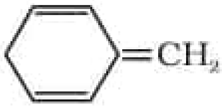
(iii) Hexyne (iv) Toluene

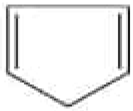
13.9 Hex-2-ene کی *cis*- اور *trans*- اشکال بنائیے۔ کون سے آئسومر کا نقطۂ جوش زیادہ ہوگا اور کیوں؟

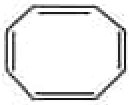
13.10 بینزین غیر معمولی طور پر مستحکم کیوں ہے حالانکہ اس میں تین دوہرے بند ہوتے ہیں؟

13.11 کسی بھی نظام کے ایرومیٹک ہونے کے لیے کون سے حالات لازمی ہیں؟

13.12 مندرجہ ذیل نظام کیوں ایرومیٹک نہیں ہیں؟ وضاحت کیجیے۔

(i) 

(ii) 

(iii) 

13.13 بینزین کو مندرجہ ذیل میں کس طرح تبدیل کریں گے؟

(i) *p*-Nitrobromobenzene (ii) *m*-Nitrochlorobenzene

(iii) *p*-Nitrotoluene (iv) Acetophenone

13.14 الکین (Alkane) $H_3C - CH_2 - C(CH_3)_2 - CH_2 - CH(CH_3)_2$ میں 1°، 2°، 3° کاربن ایٹم کی شناخت کیجیے اور ان میں سے ہر ایک کے ساتھ منسلک ہائڈروجن ایٹم کی تعداد بتائیے۔

13.15 الکین زنجیر کی شاخیں بننے پر اس کے نقطۂ جوش پر کیا اثرات ہوں گے؟

13.16 پروپین (Propene) میں HBr کی جمع سے 2-bromopropane بنتا ہے، جبکہ بینزوئل پر آکسائڈ (Benzoyl Peroxide) کی موجودگی میں یہی تعامل 1-bromopropane دیتا ہے۔ وضاحت کیجیے اور میکانزم بیان کیجیے۔

13.17 1, 2-dimethylbenzene(*o*-xylene) کی اوزونولیسس سے حاصل شدہ ماحصل لکھئے۔ یہ نتائج بینزین کے لیے کیکیولے ساختوں کو کس طرح سہارا دیتے ہیں؟

13.18 بینزین، *n*-hexane اور ایتھائین کو ان کے تیزابی طرز عمل کی گھٹتی ہوئی ترتیب میں لکھیے۔ اس طرز عمل کے لیے وجہ بھی بتائیے۔

13.19 بینزین میں الیکٹروفلک بدل تعاملات آسانی سے اور نیوکلیوفلک بدل تعاملات مشکل سے کیوں ہوتے ہیں؟

13.20 مندرجہ ذیل مرکبات کو آپ بینزین میں کس طرح تبدیل کریں گے:

(i) ایتھائن (ii) ایتھین (Ethene) (iii) ہیکسین

13.21 ان تمام الکینوں (Alkenes) کی ساختیں دیجیے جو ہائڈروجنیشن کے بعد 2-methylbutane دیتے ہیں۔

13.22 الیکٹروفائل $E^{\oplus}$ کے ساتھ گھٹتی ہوئی اضافی تعاملیت کے رجحان کے لحاظ سے مندرجہ ذیل مرکبات کو ترتیب دیجیے۔

(a) Chlorobenzene، 2,4-dinitrochlorobenzene، *p*-nitrochlorobenzene

(b) Toulene، *p*-$H_3C - C_6H_4 - NO_2$، *p*-$O_2N - C_6H_4 - NO_2$۔

13.23 بینزین، *m*-dinitrobenzene اور ٹولوئین میں سے کون سب سے آسانی سے نائٹریشن کرے گا اور کیوں؟

13.24 نابیدہ ایلومینیم کلورائڈ کے علاوہ کسی لیوس ایسڈ کا نام بتائیے جسے بینزین کے ایتھائلیشن کے دوران استعمال کیا جا سکے؟

13.25 طاق عدد میں کاربن ایٹم رکھنے والے الکین کی تیاری میں ورٹز تعامل کو ترجیح کیوں نہیں دی جاتی؟ ایک مثال لیتے ہوئے اپنے جواب کی وضاحت کیجیے۔

اکائی 14

ماحولیاتی کیمیا
(Environmental Chemistry)

"دنیا نے عقل و حکمت کے بغیر ذکاوت، ضمیر کے بغیر اقتدار حاصل کیا ہے۔ ہماری دنیا ایک عظیم الشان نیوکلیائی قوت لیکن اخلاقی طور پر نوزائیدہ دنیا ہے۔"

مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد آپ اس لائق ہو جائیں گے کہ:

- ماحولیاتی کیمیا کا مطلب سمجھ سکیں؛
- فضائی آلودگی کی تعریف بیان کرسکیں، گلوبل وارمنگ، سبز گھر اثر اور تیزابی بارش کی وجوہات بیان کرسکیں؛
- اوزون پرت کے پتلا ہونے کی وجوہات اور اس کے اثرات پہچان سکیں؛
- آبی آلودگی کی وجوہات بتاسکیں اور پینے کے پانی کے عالمی معیار جان سکیں؛
- مٹی کی آلودگی کی وجوہات بیان کرسکیں؛
- ماحولیاتی آلودگی پر قابو پانے کی ترکیبیں تجویز کرسکیں اور انھیں استعمال کرسکیں؛
- روزمرہ کی زندگی میں سبز کیمیا کی اہمیت کو گردان سکیں؛

پچھلی جماعتوں میں آپ ماحولیات کے بارے میں پہلے ہی پڑھ چکے ہیں۔ ماحولیاتی مطالعہ ہمارے گردوپیش کے سماجی، معاشی، حیاتیاتی، طبیعی اور کیمیائی باہمی تعلقات کا مطالعہ ہے۔ اس باب میں ہم ماحولیاتی کیمیا پر مرکوز رہیں گے۔ ماحولیاتی کیمیا ہمارے ماحول پر کیمیائی انواع کی ابتدا، نقل و حمل، تعاملات، اثرات اور انجام سے متعلق مطالعہ ہے۔ آیئے ماحولیاتی کیمیا کے چند اہم پہلوؤں پر بحث کریں۔

14.1 ماحولیاتی آلودگی (Environmental Pollution)

ہمارے گردوپیش پر ان ناپسندیدہ تبدیلیوں کے اثرات جو پودوں، جانوروں اور انسانوں کے لیے مضر ہوتے ہیں ماحولیاتی آلودگی ہے۔ ایک شے جو آلودگی پیدا کرتی ہے آلودگر (Pollutant) کہلاتی ہے۔ آلودگر (Pollutant) ٹھوس، رقیق اور گیسی اشیا ہوسکتیں ہیں جو اپنی قدرتی مقدار سے زیادہ ارتکاز میں ہوتی ہیں اور وہ انسانی سرگرمیوں یا قدرتی واقعات سے پیدا ہوتی ہیں۔ کیا آپ جانتے ہیں کہ عام انسان کو کھانے کے مقابلے میں 12-15 گنا زیادہ ہوا کی ضرورت ہوتی ہے۔ لہٰذا ہوا میں آلودگر کی معمولی سی مقدار غذا میں موجود آلودگر کی اتنی ہی مقدار کے مقابلے زیادہ مضر ثابت ہوسکتی ہے۔ آلودگر تنزل پذیر ہوسکتی ہیں جیسے کہ بے کار سبزیاں جو کہ قدرتی اعمال کے ذریعہ جلد ہی تنزل پذیر ہو جاتی ہیں۔ دوسری طرف وہ آلودگر جو آہستہ آہستہ تنزل پذیر ہوتے ہیں اور کئی دہائیوں تک ماحول میں غیر تبدیل شدہ رہتے ہیں۔ مثال کے طور پر ڈائی کلورو ڈائی فینائل ٹرائی کلورو ایتھین (DDT)، پلاسٹک کی چیزیں، بھاری دھاتیں (Heavy Metals) بہت سے کیمیا، نیوکلیائی کچرا وغیرہ ایک مرتبہ

ماحول میں داخل ہو جائیں تو انھیں نکالنا مشکل ہو جاتا ہے۔ یہ آلودگر قدرتی طریقوں سے تنزل پذیر نہیں کیے جاسکتے اور جاندار عضویوں کے لیے نقصان دہ ہوتے ہیں۔ ماحولیاتی آلودگی میں یہ آلودگر ایک ذریعہ سے پیدا ہوتے ہیں اور انسان کے ذریعہ ہوا یا پانی یا مٹی میں پہنچ جاتے ہیں۔

14.2 فضائی آلودگی (Atmospheric Pollution)

فضا، جو زمین کو چاروں طرف سے گھیرے ہوئے ہے مختلف اونچائیوں پر یکساں موٹائی کی نہیں ہوتی۔ ہوا میں ہم مرکز پرتیں یا خطہ ہوتے ہیں اور ہر ایک پرت کی کثافت مختلف ہوتی ہے۔ فضا کا سب سے نچلا خطہ جس میں انسان اور دوسرے جاندار رہتے ہیں ٹروپوسفیئر (Troposphere) کہلاتا ہے۔ یہ سطحِ سمندر سے تقریباً 10 کلومیٹر اونچائی تک پائی جاتی ہے۔ ٹروپوسفیئر کے اوپر سطحِ سمندر سے 10 سے 50 کلومیٹر اونچائی کے درمیان اسٹریٹوسفیئر (Stratosphere) ہوتی ہے۔ ٹروپوسفیئر تند و تیز ہوا کی ایک گرد آلود تہہ ہوتی ہے جس میں ہوا، بہت سے ابخرات اور بادل ہوتے ہیں۔ یہ علاقہ قوی ہواؤں کی حرکت اور بادلوں کے بننے کا علاقہ ہے۔ دوسری طرف اسٹریٹوسفیئر میں ڈائی نائٹروجن، ڈائی آکسیجن، اوزون اور تھوڑے سے ابخرات ہوتے ہیں۔

فضائی آلودگی کا مطالعہ، عام طور پر ٹروپوسفیئر اور اسٹریٹوسفیئر کی آلودگی کا مطالعہ ہے۔ اسٹریٹوسفیئر میں اوزون کی موجودگی سورج کی تقریباً 99.5 فی صد نقصان دہ بالا بنفشی شعاعوں کو سطحِ زمین تک پہنچنے سے روکتی ہے اور اس طرح انسانوں اور دوسرے جانداروں کو اس کے اثرات سے بچاتی ہے۔

14.2.1 ٹروپواسفیئرک آلودگی (Tropospheric Pollution)

ہوا میں ناپسندیدہ ٹھوس یا گیسوں کے ذرات کی موجودگی ٹروپواسفیئر میں آلودگی کا سبب ہوتی ہے۔ ٹروپواسفیئر میں مندرجہ ذیل خاص گیسی اور ذراتی آلودگیاں موجود ہوتی ہیں۔

1۔ ہوا میں گیسی آلودگیاں: یہ سلفر، نائٹروجن اور کاربن کے آکسائڈ، ہائڈروجن سلفائڈ، ہائڈروکاربن، اوزون اور دوسرے تکسید کار ہوتے ہیں۔

2۔ ذراتی آلودگی: دھول، دھند، بخارات، دھواں، اسموگ وغیرہ۔

1. ہوا کے گیسی آلودگر (Gaseous Air Pollutants)

(a) سلفر کے آکسائڈ : جب سلفر پر مشتمل رکازی ایندھن جلایا جاتا ہے تو سلفر کے آکسائڈ پیدا ہوتے ہیں۔ سب سے عام نوع، سلفر ڈائی آکسائڈ، ایک گیس ہوتی ہے جو جانوروں اور پودوں، دونوں کے لیے زہریلی ہوتی ہے۔ یہ بتایا گیا ہے کہ سلفر ڈائی آکسائڈ کی تھوڑی سی مقدار بھی انسانوں میں تنفسی بیماریاں، جیسے دمہ، برونکائٹس، ایمفیسیما (Emphysema) پیدا کر دیتی ہے۔ سلفر ڈائی آکسائڈ آنکھوں میں جلن پیدا کرتی ہے جس سے آنسو اور آنکھ میں سُرخی پیدا ہوتی ہے۔ SO_2 کی زیادہ مقدار کلیوں میں سختی پیدا کر دیتی ہے اور آخر کار وہ پیڑ سے جھڑ جاتی ہیں۔ سلفر ڈائی آکسائڈ کی غیر وسیط تکسید آہستہ آہستہ ہوتی ہے۔ تاہم آلودہ ہوا میں ذرات کی موجودگی سلفر ڈائی آکسائڈ کی تکسید سلفر ٹرائی آکسائڈ میں کر دیتی ہے۔

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$$

یہ تعامل اوزون اور ہائڈروجن پرآکسائڈ کے ذریعہ بھی بڑھایا جاتا ہے۔

$$SO_2(g) + O_3(g) \rightarrow SO_3(g) + O_2(g)$$

$$SO_2(g) + H_2O_2(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$$

(b) نائٹروجن کے آکسائڈ: ڈائی نائٹروجن اور ڈائی آکسیجن ہوا کے اہم اجزا ہیں۔ یہ گیسیں عام درجۂ حرارت پر آپس میں تعامل نہیں کرتی ہیں۔ جب بہت زیادہ اونچائی پر بجلی چمکتی ہے تو یہ آپس میں مل کر نائٹروجن کے آکسائڈ بناتی ہیں۔ NO_2، NO_3^- آین میں تکسید ہو جاتی ہے جو بارش کے ساتھ مٹی میں چلی جاتی ہے جہاں وہ ایک کیمیائی کھاد کا کام کرتی ہے۔ موٹر گاڑیوں کے انجن میں (اونچے درجۂ حرارت پر) جب رکازی ایندھن جلتا ہے، ڈائی نائٹروجن اور ڈائی آکسیجن آپس میں مل کر کافی مقدار میں نائٹرک آکسائڈ (NO) اور نائٹروجن ڈائی آکسائڈ (NO_2) بناتی ہیں جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے۔

$$N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{1483\ K} 2NO(g)$$

NO فوراً آکسیجن سے تعامل کر کے NO_2 بناتی ہے۔

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

NO_2 بننے کی شرح اس وقت تیز ہو جاتی ہے جب نائٹرک آکسائڈ اسٹریٹواسفیئر میں اوزون سے تعامل کرتی ہے۔

$$NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$$

ٹریفک اور بھیڑ بھاڑ والی جگہوں پر سرخی مائل ہیجان (تکلیف دہ) دھند نائٹروجن کے آکسائڈ کی وجہ سے ہوتا ہے۔ NO_2 کی زیادہ مقدار پودوں کی پتیوں کو تباہ کر دیتی ہے اور ضیائی تالیف (Photosynthesis) کی شرح کو کم کر دیتی ہے۔ نائٹروجن ڈائی آکسائڈ پھیپھڑوں کو بھی متاثر کرتی ہے اور بچوں میں شدید تنفسی بیماریاں پیدا کرتی ہے۔ یہ زندہ بافتوں کے لیے زہریلی ہوتی ہے۔ نائٹروجن ڈائی آکسائڈ بہت سے کپڑوں اور دھاتوں کے لیے بھی نقصان دہ ہوتی ہے۔

(c) ہائڈرو کاربن : ہائڈروکاربن صرف کاربن اور ہائڈروجن کے مرکبات ہوتے ہیں اور موٹر گاڑیوں میں استعمال ہونے والے ایندھنوں کے نامکمل احتراق سے پیدا ہوتے ہیں۔ ہائڈروکاربن کینسر پیدا کرنے والے (Carcinogenic) ہوتے ہیں۔ یہ پودوں کو بوڑھا کر کے، بافتوں کو ختم کر کے، پتیوں، پھولوں اور شاخوں کو گرا کر، انہیں نقصان پہنچاتے ہیں۔

(d) کاربن کے آکسائڈ

(i) کاربن مونو آکسائڈ: کاربن مونوآکسائڈ (CO) نہایت اہم ہوائی آلودگر میں سے ایک ہے۔ یہ ایک بے رنگ اور بغیر بو والی گیس ہوتی ہے جانداروں کے لیے نہایت زہریلی ہوتی ہے کیونکہ یہ اعضا اور بافتوں کو آکسیجن کی فراہمی کا راستہ روکنے کی صلاحیت رکھتی ہے۔ یہ کاربن کے نامکمل احتراق سے پیدا ہوتی ہے۔ کاربن مونوآکسائڈ ہوا میں زیادہ تر موٹر گاڑیوں کے اخراج سے داخل ہوتی ہے۔ لکڑی، کوئلہ اور پیٹرول کا نامکمل احتراق CO کی پیداوار کے دیگر ذرائع ہیں۔ پوری دنیا میں موٹر گاڑیوں کی تعداد ہر سال بڑھ رہی ہے۔ بہت سی گاڑیوں کی دیکھ بھال ٹھیک طرح سے نہیں ہو پاتی ہے اور بہت سی گاڑیوں میں آلودگی کو قابو میں رکھنے کے آلات ناکافی ہوتے ہیں جس کی وجہ سے کاربن مونوآکسائڈ اور آلودگی پیدا کرنے والی دیگر گیسوں کا اخراج زیادہ مقدار میں ہوتا ہے۔ کیا آپ جانتے ہیں کہ کاربن مونو آکسائڈ زہریلی کیوں ہے؟ یہ ہیموگلوبن سے بندھ کر کاربوکسی ہیموگلوبن بناتی ہے جو آکسیجن ہیموگلوبن کامپلکس سے 300 گنا زیادہ مستحکم ہوتا ہے۔ خون میں جب کاربوکسی ہیموگلوبن کی مقدار 3-4 فی صد ہو جاتی ہے تو خون میں آکسیجن لے جانے کی صلاحیت کم ہو جاتی ہے۔ آکسیجن کی یہ کمی سردرد، کمزور بینائی، بے چینی اور قلبی وعائی عارضے پیدا کرتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ لوگوں کو ہدایت دی جاتی ہے کہ وہ سگریٹ نوشی نہ کریں۔ حاملہ عورتیں جو سگریٹ (بیڑی) کی عادی ہوتی ہیں ان کے خون میں CO کی مقدار زیادہ ہوتی ہے جس کی وجہ سے قبل از وقت زچگی، حمل کا ضائع ہونا یا عضلاتی معذور بچوں کی پیدائش ہو سکتی ہے۔

(ii) کاربن ڈائی آکسائڈ: کاربن ڈائی آکسائڈ فضا میں سانس چھوڑنے، توانائی حاصل کرنے کے لیے رکازی ایندھن کے جلانے اور سیمنٹ کی تیاری کے دوران چونا پتھر کے تنزل ہونے سے داخل ہوتی ہے۔ یہ آتش فشانی کے دوران بھی نکلتی ہے۔ کاربن ڈائی آکسائڈ گیس صرف ٹروپواسفیئر تک ہی محدود رہتی ہے۔ عام طور پر یہ فضا میں حجم کے اعتبار سے، صرف 0.03 فی صد ہوتی ہے۔ رکازی ایندھن کے زیادہ استعمال سے فضا میں چھوڑی جانے والی کاربن ڈائی آکسائڈ کی مقدار میں اضافہ ہو رہا ہے۔ ہوا میں CO_2 کی زائد مقدار سبز پودوں کے ذریعہ علیحدہ کر دی جاتی ہے اس کی وجہ سے فضا میں CO_2 کی مناسب سطح برقرار رہتی ہے۔ سبز پودوں کو ضیائی تالیف کے لیے CO_2 کی ضرورت ہوتی ہے، بدلے میں وہ آکسیجن خارج کرتے ہیں، اس طرح یہ نازک تناسب قائم رہتا ہے۔ جیسا کہ آپ جانتے ہیں جنگلات کی کٹائی اور رکازی ایندھن کے جلانے سے CO_2 کی مقدار بڑھ جاتی ہے اور فضا میں اس کا تناسب بگڑ جاتا ہے۔ ہوا میں بڑھی ہوئی کاربن ڈائی آکسائڈ کی مقدار ہی دراصل گلوبل وارمنگ کے لیے ذمہ دار ہوتی ہے۔

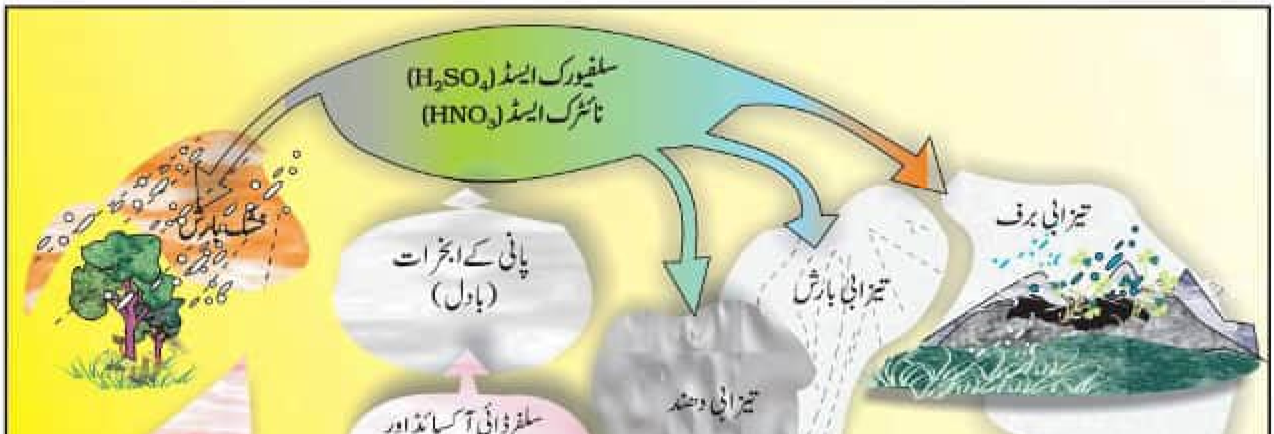
گلوبل وامنگ اور سبز گھر اثر (Global Warming and Green house Effect)

زمین کی سطح تک پہنچنے والی شمسی توانائی کا تقریباً 75% حصہ زمین کے ذریعہ جذب کر لیا جاتا ہے، جو اس کے درجۂ حرارت کو بڑھاتا ہے۔ باقی حرارت فضا میں واپس چلی جاتی ہے۔ کچھ حرارت فضا میں کاربن ڈائی آکسائڈ، میتھین، اوزون، کلوروفلوروکاربن مرکبات (CFCs) اور ابخرات کے ذریعہ روک لی جاتی ہے۔ اس طرح وہ فضا کی تپش میں اضافہ کرتے ہیں۔ اس کی وجہ سے گلوبل وارمنگ میں اضافہ ہوتا ہے۔

ہم سب جانتے ہیں کہ ٹھنڈے مقامات پر پھول، سبزیاں اور پھل شیشے سے گھرے ہوئے علاقہ میں پیدا کیے جاتے ہیں جنھیں سبز گھر کہتے ہیں۔ کیا آپ جانتے ہیں کہ ہم انسان بھی سبز گھر میں رہتے ہیں؟ ظاہر ہے کہ ہم شیشے کے ذریعہ گھرے ہوئے نہیں ہیں لیکن ایک ہوا کی چادر سے

ڈھکے ہوئے ہیں جو کرہ باد (Atmosphere) کہلاتی ہے جس نے صدیوں سے زمین پر درجۂ حرارت کو قائم رکھا ہے۔ لیکن اب اس میں تبدیلی آ رہی ہے۔ اگرچہ بہت آہستہ آہستہ سبز گھر میں جس طرح شیشہ سورج کی حرارت کو اندر قائم رکھتا ہے، کرہ باد سورج کی گرمی کو سطح زمین کے قریب رکھتی ہے اور اسے گرم رکھتی ہے۔ یہ قدرتی سبز گھر اثر کہلاتا ہے۔ کیونکہ یہ درجۂ حرارت کو قائم رکھتا ہے اور زمین کو زندگی کے لیے بالکل مناسب بناتا ہے۔ سبز گھر میں مرئی روشنی شفاف شیشے سے گزرتی ہے اور مٹی اور پودوں کو گرم رکھتی ہے۔ گرم مٹی اور پودے انفراریڈ اشعاع خارج کرتے ہیں۔ چونکہ شیشہ انفراریڈ اشعاع (حرارت) کے لیے غیر شفاف ہوتا ہے، یہ ان اشعاع میں سے کچھ کو منعکس اور کچھ کو جذب کر لیتا ہے۔ یہ عمل سورج کی توانائی کو سبز گھر میں روک لیتا ہے۔ اسی طرح کاربن ڈائی آکسائڈ کے سالمے بھی حرارت کو روک لیتے ہیں کیونکہ یہ سورج کی روشنی کے لیے شفاف ہوتے ہیں لیکن حرارتی اشعاع کے لیے شفاف نہیں ہوتے۔ اگر کاربن ڈائی آکسائڈ کی مقدار، نازک تناسب 0.03 فی صد سے پار ہو جاتی ہے، تو قدرتی سبز گھر کا تناسب بگڑ سکتا ہے۔ کاربن ڈائی آکسائڈ کی گلوبل وارمنگ میں اہم حصہ داری ہے۔

کاربن ڈائی آکسائڈ کے علاوہ دوسری سبز گھر گیسیں میتھین، ابخرات، نائٹرس آکسائڈ، CFCs اور اوزون ہیں۔ میتھین قدرتی طور پر اس وقت پیدا ہوتی ہے جب آکسیجن کی غیر موجودگی میں گھاس پھوس گلایا یا سڑایا جاتا ہے۔ میتھین کی ایک بڑی مقدار دھان کے کھیتوں، کوئلے کی کانوں، کوڑے کرکٹ کے ڈھیر کے سڑنے اور رکازی ایندھن سے خارج ہوتی ہے۔ کلورو فلورو کاربن CFC انسان کے ذریعہ بنائے گئے صنعتی کیمیائی مادّے ہوتے ہیں جن کا استعمال ایئر کنڈیشننگ وغیرہ میں ہوتا ہے۔ CFC بھی اوزون پرت کو تباہ کرتے ہیں (سیکشن 14.2.2)۔ نائٹرس آکسائڈ فضا میں قدرتی طور پر پائی جاتی ہے۔ حال ہی میں اس کی مقدار کیمیائی کھاد کے زیادہ استعمال اور رکازی ایندھن جلانے کی وجہ سے کافی حد تک بڑھ گئی ہے۔ اگر یہ رُخ جاری رہے تو اوسط عالمی درجۂ حرارت اس حد تک بڑھ جائے گا کہ قطبین کی برف پگھل سکتی ہے اور سطح زمین کے تمام نچلے علاقوں میں سیلاب آ سکتے ہیں۔ عالمی درجۂ حرارت میں اضافے سے بہت سی بیماریوں جیسے ڈینگو، ملیریا، یلو فیور اور سلیپنگ سکینس وغیرہ کے پھیلنے کے امکانات زیادہ ہو جاتے ہیں۔



شکل **14.1** تیزابی جماؤ

ذرا سوچیے

گلوبل وارمنگ کی شرح کو روکنے کے لیے ہم کیا کر سکتے ہیں؟

اگر رکازی ایندھن جلانے، پیڑوں اور جنگلات کو کاٹنے سے فضا میں سبز گھر گیسوں کا اضافہ ہوتا ہے تو ہمیں ایسے راستے ڈھونڈنے ہوں گے جہاں ہم ان کا استعمال کارگزار اور مدبرانہ طریقے سے کر سکیں۔ گلوبل وارمنگ کو کم کرنے کے لیے ایک سادہ اور آسان کام ہم یہ کر سکتے ہیں کہ موٹر گاڑیوں کا استعمال کم کر دیں۔ حالات کے مطابق ہم سائیکل، پبلک ٹرانسپورٹ سسٹم یا پھر کار پول کا استعمال کر سکتے ہیں۔ ہمیں زیادہ پیڑ لگانے چاہئیں تاکہ سبز کور مہیا کیا جا سکے۔ سوکھی پتیوں اور لکڑیوں کو جلانے سے پرہیز کرنا چاہیے وغیرہ وغیرہ۔ عوامی مقامات پر سگریٹ پینا قانونی جرم ہے کیونکہ یہ نہ صرف ان کے لیے نقصان دہ ہے جو سگریٹ نوشی کرتے ہیں بلکہ دوسروں کے لیے بھی نقصان دہ ہے لہٰذا ہمیں اسے ترک کرنا چاہیے۔ بہت سے لوگ سبز گھر اثر اور گلوبل وارمنگ کو نہیں سمجھتے ہیں۔ ہم اپنی معلومات کی ساجھے داری سے ان کی مدد کر سکتے ہیں۔

تیزابی بارش (Acid Rain)

ہم جانتے ہیں کہ عام طور پر بارش کے پانی کی pH فضا میں موجود کاربن ڈائی آکسائڈ سے پانی کے تعامل کی وجہ سے بننے والے H^+ آین کی موجودگی کے سبب 5.6 ہوتی ہے۔

$$H_2O(l) + CO_2(g) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$$

$$H_2CO_3(g) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

جب بارش کے پانی کی pH، 5.6 سے نیچے چلی جاتی ہے تو وہ تیزابی بارش کہلاتی ہے۔ تیزابی بارش ان طریقوں کی سمت اشارہ کرتی ہے جس میں فضا سے تیزاب زمین کی سطح پر جمع ہوتا ہے۔ نائٹروجن اور سلفر کے آکسائڈ جو فطرتاً تیزابی ہوتے ہیں ہوا کے ذریعہ فضا میں موجود ٹھوس ذرات کے ساتھ اُڑ کر یا تو زمین پر خشک جماؤ کی شکل میں یا پانی، کہرے اور برف کی شکل میں نم حالت میں تہہ نشین ہو جاتے ہیں (شکل 14.1)۔

تیزابی بارش انسان کی اُن مختلف سرگرمیوں کا نتیجہ ہوتی ہے جس میں وہ فضا میں سلفر اور نائٹروجن کے آکسائڈ چھوڑتے ہیں۔ جیسا کہ پہلے ذکر کیا جا چکا ہے۔ رکازی ایندھن (جس میں سلفر اور نائٹروجنی مادے ہوتے ہیں) جیسے پاور اسٹیشنوں اور بھٹیوں میں کوئلہ اور تیل، موٹر گاڑیوں کے انجنوں میں پیٹرول اور ڈیزل جلانے سے سلفر ڈائی آکسائڈ اور نائٹروجن آکسائڈ پیدا ہوتے ہیں۔ SO_2 اور NO_2 کی تکسید اور پانی کے ساتھ تعامل کے بعد تیزابی بارش میں تعاون کرتے ہیں، کیونکہ آلودہ ہوا میں عام طور پر ذراتی مادّے ہوتے ہیں جو تکسید میں وسیط کا کام کرتے ہیں۔

$$2SO_2(g) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(aq)$$

$$4NO_2(g) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4HNO_3(aq)$$

امونیم نمک بھی بنتے ہیں اور فضائی دھند (باریک ذرّات کے ایروسول) کی طرح دیکھے جا سکتے ہیں۔ بارش کی بوندوں میں آکسائڈ کے ایروسول ذرات یا بارش کی بوندوں میں امونیم نمک کی موجودگی کی وجہ سے نم جماؤ ہوتا ہے۔ SO_2 بھی ٹھوس یا رقیق زمینی سطحوں پر براہِ راست جذب ہو جاتی ہے اور اس طرح وہ خشک تہہ کی طرح جم جاتی ہے۔

تیزابی بارش زراعت، درختوں اور پودوں کے لیے نقصان دہ ہوتی ہے کیونکہ وہ نشو و نما کے لیے لازمی غذائی اجزا کو حل کر لیتی ہے اور بہا لے جاتی ہے۔ یہ انسانوں اور جانوروں میں سانس کی بیماری پیدا کرتی ہے جب تیزابی بارش ہوتی ہے اور زمینی پانی کی طرح بہہ کر دریاؤں اور جھیلوں میں پہنچتی ہے تو وہ آبی ماحولیاتی نظام کے جانوروں اور پودوں کو متاثر کرتی ہے۔ یہ پانی کے پائپ کو زنگ آلود کرتی ہے جس کی وجہ سے آئرن، لیڈ اور کاپر جیسی بھاری دھاتیں پینے کے پانی میں گھل جاتی ہیں۔ تیزابی بارش پتھر یا دھات سے بنی ہوئی عمارتوں اور دیگر ساختوں کو نقصان پہنچاتی ہے۔ ہندوستان میں تاج محل تیزابی بارش سے متاثر ہوا ہے۔

سرگرمی-1

آپ اپنے آس پاس کے مقامات سے پانی کے نمونے جمع کر کے ان کی pH معلوم کر سکتے ہیں۔ اپنے نتائج پر جماعت میں بحث کیجیے۔ آیئے دیکھیں کہ ہم تیزابی بارش کی تشکیل میں کمی لانے کے لیے کس طرح مدد کر سکتے ہیں۔

یہ فضا میں سلفر ڈائی آکسائڈ اور نائٹروجن ڈائی آکسائڈ کے اخراج کو کم کر کے کیا جا سکتا ہے۔ ہم ایسی موٹر گاڑیوں کا استعمال کم کر سکتے ہیں جس میں رکازی ایندھن استعمال ہوتا ہے ہم پاور پلانٹ اور صنعتوں میں کم سلفر والا ایندھن استعمال کر سکتے ہیں۔ ہم قدرتی گیس کا استعمال کر سکتے ہیں جو کوئلے سے بہتر ایندھن ہے یا اس کوئلے کا استعمال کر سکتے ہیں جس میں سلفر کی مقدار کم ہو۔ کاروں سے نکلنے والے دھوئیں کے ماحول پر اثرات کو کم کرنے کے لیے کاروں میں کیٹالٹک کنورٹر

ضرور لگوانے چاہئیں۔ کنورٹر کا اہم جز، قیمتی دھاتوں، Pd، Pt اور Rh کی تہہ چڑھا ہوا چھتہ کی شکل کا سیرمیک حصّہ ہوتا ہے۔ اخراجی گیسیں جس میں ایندھن کی بنا جلی ہوئی CO اور NO_x ہوتی ہیں، جب 573 K پر کنورٹر سے گزرتی ہیں تو CO_2 اور N_2 میں تبدیل ہو جاتی ہیں۔ مٹی کی تیزابیت کو ہم چونا پتھر کا پاؤڈر ملا کر تعدیل کر سکتے ہیں۔ بہت سے لوگ تیزابی بارش اور اس کے نقصان دہ اثرات سے ناواقف ہوتے ہیں۔ ہم ان تک معلومات کو پہنچا کر قدرتی ماحول کی حفاظت کر سکتے ہیں۔

تاج محل اور تیزابی بارش

آگرہ شہر کے اطراف کی ہوا میں جہاں تاج محل واقع ہے، سلفر اور نائٹروجن کے آکسائڈ کی مقدار بہت زیادہ ہے۔ اس کی وجہ اطراف میں بڑی تعداد میں صنعتیں اور پاور پلانٹ کی موجودگی ہے۔ گھریلو کاموں کے لیے خراب کوالٹی کا کوئلہ، مٹی کا تیل اور ایندھن کے لیے لکڑیوں کا استعمال اس مسئلہ میں اور اضافہ کر دیتا ہے۔ نتیجہ میں ہونے والی تیزابی بارش تاج محل کے سنگ مرمر ($CaCO_3$) سے تعامل کرتی ہے،

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$$

جس کی وجہ سے اس لاجواب قدیم عمارت کو نقصان پہنچ رہا ہے جس کو دیکھنے کے لیے دنیا بھر سے سیاح آتے ہیں۔ جس کے نتیجہ میں عمارت آہستہ آہستہ خراب ہو رہی ہے، بدرنگ اور بدنما ہوتی جا رہی ہے۔ اس تاریخی عمارت کو بدشکل ہونے سے روکنے کے لیے حکومت ہند نے 1995 میں ایک ایکشن پلان تیار کیا تھا۔ متھرا ریفائنری نے پہلے ہی زہریلی گیسوں کے اخراج کے لیے مناسب اقدامات کیے ہیں۔

اس پلان کا مقصد 'تاج ٹریپزیم'— (ایک علاقہ جس میں آگرہ، فیض آباد، متھرا اور بھرت پور کے ٹاؤن شامل ہیں) کی ہوا کو صاف کرنا ہے۔ اس پلان کے تحت، ٹریپزیم کے اندر آنے والی دو ہزار (2000) آلودگی پھیلانے والی صنعتیں کوئلے یا تیل کی جگہ قدرتی گیس یا رقیق پیٹرولیم گیس (LPG) استعمال کریں گی قدرتی گیس کی ایک نئی پائپ لائن اس علاقے میں روزانہ پانچ لاکھ کیوبک میٹر قدرتی گیس پہنچائے گی۔ اس علاقے کے رہنے والے لوگوں کو بھی ایندھن میں کوئلے، مٹی کا تیل یا لکڑی کی جگہ رقیق پیٹرولیم گیس استعمال کرنے کے لیے ترغیب دی جائے گی۔ تاج محل کے آس پاس ہائی وے پر چلنے والی گاڑیوں کو کم سلفر کی مقدار والے ڈیزل کا استعمال کرنے کے لیے آمادہ کیا جائے گا۔

2. ذرّاتی آلودگر (Particulate Pollutants)

ہوا میں معین ٹھوس ذرات یا پانی کے بخارات ذراتی پالیوٹینٹ ہوتے ہیں۔ یہ موٹر گاڑیوں سے نکلنے والے دھوئیں، آگ کے دھوئیں کے ذرات، دھول کے ذرات اور صنعتوں سے نکلنے والی راکھ میں موجود ہوتے ہیں۔ ذرات فضا میں قابلِ حیات (Viable) اور غیر قابل حیات (Non Viable) ہوسکتے ہیں۔ قابلِ حیات ذرات مثلاً بیکٹیریا، مولڈ، پھپھوند، اُلگی وغیرہ ہوتے ہیں جو کہ بہت چھوٹے جاندار عضویے ہیں اور فضا میں بکھرے ہوئے ہوتے ہیں۔ ہوا میں پائے جانے والی کچھ پھپھوند سے انسان کو الرجی ہوتی ہے۔ یہ پودوں میں بھی بیماریاں پیدا کر سکتے ہیں۔

غیر قابلِ حیات ذرات کی درجہ بندی فطرت اور جسامت کے اعتبار سے کی جاسکتی ہے۔

(a) دھوئیں کے ذرات ٹھوس یا ٹھوس اور رقیق ذرات کے آمیزے پر مشتمل ہوتے ہیں جو نامیاتی مادّوں کے جلانے سے پیدا ہوتے ہیں۔ اس کی مثالیں، سگریٹ کا دھواں، رکازی ایندھن، کوڑا کرکٹ اور خشک پتیاں جلنے سے پیدا ہونے والا دھواں، تیل کا دھواں وغیرہ شامل ہیں۔

(b) دھول میں بہت باریک ٹھوس ذرات (تقریباً 1μm قطر والے) جو ٹھوس اشیا توڑنے، پیسنے اور ٹھوس کی تعلیق کے دوران پیدا ہوتے ہیں۔ چٹانوں یا ٹیلوں کو بارود کے ذریعہ اُڑانے سے پیدا ہونے والی ریت، لکڑی کے کام سے پیدا ہونے والا بُرادہ، کوئلے کا سفوف، سیمنٹ فیکٹریوں سے نکلنے والی فلائی ایش، دھول بھری آندھی وغیرہ اس ذرّاتی اخراج کی مثالیں ہیں۔

(c) ہوا میں بخارات کی تکثیف اور رقیق کے چھڑکاؤ سے پیدا ہونے والے ذرات، کہرا بناتے ہیں۔ اس کی مثالیں سلفیورک ایسڈ کی دھند اور وہ نباتات کش اور جراثیم کش دوائیں ہیں جو اپنے ہدف سے انحراف کر کے فضا میں بکھر جاتے ہیں اور کہرا بناتے ہیں۔

(d) دخان (بُو دار دھواں) عام طور پر تصعید، کشید، ابال اور دوسرے کیمیائی تعاملات کے دوران پیدا ہونے والے بخارات کی تکثیف سے حاصل ہوتا ہے۔ عام طور پر نامیاتی محلل، دھاتیں اور دھاتی آکسائڈ دخانی (فیوم) ذرات بناتے ہیں۔

ذراتی آلودگیوں کے اثرات کا انحصار ان کی ذراتی جسامت پر ہوتا ہے۔ ہوا میں پائے جانے والے ذرات جیسے کہ دھول، دخان، کُہر وغیرہ انسانی صحت کے لیے مُضر ہیں۔ 5 مائیکرون سے بڑی جسامت والے ذرات ناک کے راستہ میں رک جاتے ہیں جبکہ 10 مائیکرون والے ذرات آسانی سے پھیپھڑوں میں داخل ہو جاتے ہیں۔

لیڈ (سیسہ) موٹرگاڑیوں سے خارج ہونے والا خاص فضائی پالیوٹینٹ ہے۔ ہندوستان کے شہروں میں لیڈ آمیز پیٹرول کا استعمال فضا میں لیڈ کے اخراج کا اہم ماخذ ہوا کرتا تھا۔ ہندوستان کے زیادہ تر شہروں میں اب بغیر لیڈ کا پیٹرول استعمال کرکے اس مسئلہ پر قابو پالیا گیا ہے۔ لیڈ خون کے سُرخ خلیوں کی نشوونما اور پختگی کو متاثر کرتا ہے۔

اسموگ (Smog)

لفظ اسموگ دو الفاظ اسموک (دھواں) اور فوگ (دھند) سے مل کر بنا ہے۔ پوری دنیا کے زیادہ تر شہروں میں فضائی آلودگی کی یہ سب سے عام مثال ہے۔ اسموگ دو قسم کا ہوتا ہے۔

(a) کلاسیکل اسموگ سرد و نم آب و ہوا میں ہوتا ہے۔ یہ دھویں، کہر اور سلفر ڈائی آکسائڈ کا آمیزہ ہوتا ہے۔ کیمیائی طور پر ایک تحویلی آمیزہ ہے اسی لیے یہ تحویلی اسموگ کہلاتا ہے۔

(b) ضیا کیمیائی اسموگ (Photochemical Smog) گرم، خشک اور روشن آب و ہوا میں پایا جاتا ہے۔ ضیا کیمیائی اسموگ کے اہم اجزا موٹرگاڑیوں اور فیکٹریوں سے نکلنے والے نائٹروجن آکسائڈ اور غیر سیر شدہ ہائڈروکاربن پر سورج کی شعاعوں کے عمل کے نتیجے میں حاصل ہوتے ہیں۔ ضیا کیمیائی اسموگ میں تکسیدی ایجنٹ کا ارتکاز زیادہ ہوتا ہے لہٰذا یہ تکسیدی اسموگ کہلاتے ہیں۔

ضیا کیمیائی اسموگ کا بننا (Formation of Photochemical Smog)

جب رکازی ایندھن جلتے ہیں تو متعدد پالیوٹینٹ زمین کی ٹروپواسفیر میں داخل ہو جاتے ہیں۔ جو پالیوٹینٹ خارج ہوتے ہیں ان میں سے ایک تو ہائڈروکاربن (بغیر جلا ہوا ایندھن) ہیں اور دوسرے نائٹرک آکسائڈ ہوتے ہیں۔ جب یہ پالیوٹینٹ مناسب اونچی سطح تک پہنچ جاتے ہیں تو ان کی سورج کی روشنی کے ساتھ تعامل کی وجہ سے ایک زنجیری تعامل شروع ہو جاتا ہے جس میں NO، نائٹروجن آکسائڈ (NO_2) میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ یہ NO_2 بدلے میں پھر سورج کی روشنی سے توانائی جذب کرتی ہے اور نائٹرک آکسائڈ (NO) میں ٹوٹ جاتی ہے اور ایک آزاد آکسیجن کا ایٹم خارج کرتی ہے (شکل 14.2)۔

$$NO_2(g) \xrightarrow{h\nu} NO(g) + O(g) \qquad \text{(i)}$$

آکسیجن کے ایٹم بہت زیادہ تعامل پذیر ہوتے ہیں اور ہوا کی O_2 سے تعامل کرکے اوزون (O_3) بناتے ہیں۔

$$O(g) + O_2(g) \rightleftharpoons O_3(g) \qquad \text{(ii)}$$

مندرجہ بالا تعامل (ii) میں بنی ہوئی اوزون تعامل (i) میں بنی ہوئی NO کے ساتھ تیزی سے تعامل کرکے NO_2 بناتی ہے۔ NO_2 بھورے رنگ کی ہوتی ہے اور ایک مناسب اونچی سطح تک پہنچنے پر دھند میں شریک ہو جاتی ہے۔

$$NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g) \qquad \text{(iii)}$$

اوزون ایک زہریلی گیس ہوتی ہے اور NO_2 اور O_3 دونوں ہی قوی تکسیدی ایجنٹ ہیں اور آلودہ ہوا میں موجود غیر جلے ہوئے ہائڈروکاربن کے ساتھ تعامل کر کے فارمل ڈی ہائڈ، ایکرولین اور پرآکسی ایسی ٹائل نائٹریٹ (PAN) (Peroxyacetyl Nitrate) بناتے ہیں۔

$$3CH_4 + 2O_3 \rightarrow \underset{\text{Formaldehyde}}{3CH_2=O} + 3H_2O$$

$$\underset{\text{Acrolein}}{CH_2=CHCH=O} \qquad \underset{\text{Peroxyacetyl nitrate (PAN)}}{CH_3\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}OONO_2}$$

ضیا کیمیائی اسموگ کے اثرات (Effect of Photochemical Smog)

ضیا کیمیائی اسموگ کے عام اجزا اوزون، نائٹرک آکسائڈ، ایکرولین، فارمل ڈیہائڈ اور پرآکسی ایسیٹائل نائٹریٹ (PAN) ہوتے ہیں۔ ضیا کیمیائی اسموگ صحت کے لیے بہت سنجیدہ مسئلے پیدا کرتا ہے۔ اوزون اور PAN دونوں ہی آنکھوں میں جلن پیدا کرنے والے قوی مادّے ہیں۔ اوزون اور نائٹرک آکسائڈ ناک اور گلے میں جلن پیدا کرتے ہیں اور ان کی زیادہ مقدار سے سر میں درد، سینے میں درد، حلق کی خشکی، کھانسی اور



شکل 14.2 جب سورج کی روشنی موٹر گاڑیوں کی آلودگی پر عمل کرتی ہے تو ضیا کیمیائی اسموگ بنتا ہے

سانس لینے میں دشواری ہوتی ہے۔ ضیا کیمیائی اسموگ سے ربر کریک (پھٹ) ہوجاتی ہے اور پودوں کی زندگی کو بہت نقصان پہنچتا ہے۔ اس کی وجہ سے دھاتوں، پتھروں، عمارتی سامان، ربر اور روغن کی گئی سطحوں کو نقصان پہنچتا ہے۔

ضیا کیمیائی اسموگ پر کس طرح قابو پایا جاسکتا ہے؟

ضیا کیمیائی اسموگ کے بننے پر قابو پانے یا کم کرنے کے لیے بہت سے طریقے استعمال کیے گئے ہیں۔ اگر ہم ضیا کیمیائی اسموگ کی ابتدائی نشانیوں مثلاً NO_2 اور ہائڈروکاربن، اور ثانوی نشانیوں جیسے کہ اوزون اور PAN پر قابو رکھیں تو ضیا کیمیائی اسموگ خود بخود کم ہوجائے گا۔ موٹر گاڑیوں میں عام طور پر کیٹالٹک کنورٹر استعمال کیے جاتے ہیں جو فضا میں نائٹروجن آکسائڈ اور ہائڈروکاربن کے اخراج کو روکتے ہیں۔ کچھ پودے مثلاً؛ پائنس (Pinus)، جیونیپرس (Juniparus)، کویرکس (Quercus)، پائرس (Pirus) اور وِٹس (Vitis) نائٹروجن آکسائڈ کا تحول کرتے ہیں، لہٰذا ان پودوں کو اُگانے سے اس سلسلے میں کچھ مدد مل سکتی ہے۔

14.2.2 اسٹریٹو اسفیئر کی آلودگی (Stratospheric Pollution)

اوزون کا بننا اور ٹوٹنا

اسٹریٹو اسفیئر کی اوپری سطح میں اوزون کافی مقدار میں ہوتی ہے جو سورج سے آنے والی بالائے بنفشی شعاعوں (λ255 nm) کے نقصانات سے ہماری حفاظت کرتی ہے۔ یہ شعاعیں انسانوں میں جلد کا کینسر (Melanoma) پیدا کرتی ہیں لہٰذا اس اوزون پرت کا قائم رہنا ضروری ہے۔

اسٹریٹو اسفیئر میں اوزون UV اشعاع کے O_2 سالموں پر تعامل کا ماحصل ہے۔ UV اشعاع آکسیجن سالمے کو آکسیجن ایٹم (O) میں توڑ دیتا ہے۔ یہ آکسیجن ایٹم آکسیجن کے سالمے سے مل کر اوزون بناتے ہیں۔

$$O_2(g) \xrightarrow{UV} O(g) + O(g)$$

$$O(g) + O_2(g) \xrightleftharpoons{UV} O_3(g)$$

اوزون حرحرکیاتی طور پر غیر مستحکم ہوتی ہے اور سالماتی آکسیجن میں تحلیل ہوجاتی ہے۔ اس طرح اوزون سالمے کی پیداوار اور تحویل میں ایک

حرکی توازن قائم رہتا ہے۔ حالیہ برسوں میں اسٹریٹواسفیئر میں کچھ کیمیائی مرکبات کی موجودگی کی وجہ سے اس حفاظتی اوزون پرت کے پتلا ہونے کی رپورٹیں موصول ہوئی ہیں۔ اوزون پرت کے پتلا ہونے کی اہم وجوہات کلوروفلوروکاربن (CFC) کا اخراج ہے، جو فریئون (Freon) بھی کہلاتی ہے۔ یہ مرکبات غیر متعامل، غیر احتراق پذیر غیر سمی نامیاتی مرکبات ہوتے ہیں اور اسی لیے ان کا استعمال ریفریجریٹر، ایئرکنڈیشنر، پلاسٹک فوم بنانے اور کمپیوٹر کے پرزوں کو صاف کرنے کے لیے الیکٹرانک صنعت میں ہوتا ہے۔ ایک مرتبہ CFC فضا میں داخل ہونے کے بعد عام فضائی گیسوں سے تعامل کرتے ہیں اور آخر کار اسٹریٹواسفیئر میں پہنچ جاتے ہیں۔ اسٹریٹوسفیئر میں وہ قوی UV اشعاع کے ذریعہ ٹوٹ جاتے ہیں اور آزاد کلورین ریڈیکل خارج کرتے ہیں۔

$$CF_2Cl_2\ (g) \xrightarrow{UV} \dot{C}l\ (g) + CF_2Cl\ (g) \quad (i)$$

کلورین ریڈیکل $(\dot{C}l)$ پھر اسٹریٹوسفیری اوزون سے تعامل کرکے کلورین مونوآکسائڈ ریڈیکل اور سالماتی آکسیجن بنادیتا ہے۔

$$\dot{C}l\ (g) + O_3(g) \rightarrow Cl\dot{O}\ (g) + O_2(g) \quad (ii)$$

کلورین مونوآکسائڈ ریڈیکل کے ایٹمی آکسیجن سے تعامل کے نتیجے میں اور زیادہ کلورین ریڈیکل پیدا ہوتے ہیں۔

$$Cl\dot{O}(g) + O(g) \rightarrow \dot{C}l\ (g) + O_2(g) \quad (iii)$$

کلورین ریڈیکل مسلسل بنتے رہتے ہیں اور اوزون کو توڑتے رہتے ہیں۔ اس طرح CFC اسٹریٹواسفیئر میں کلورین ریڈیکل کی مسلسل پیداوار کے لیے نقل و حمل کے ایجنٹ ہوتے ہیں اور اوزون کی پرت کو تباہ کرتے ہیں۔

اوزون سوراخ (Ozone Hole)

1980 کی دہائی میں انٹارکٹکا میں کام کرنے والے فضائی سائنسدانوں نے اوزون پرت کے پتلے ہونے کی اطلاع دی تھی جو عام طور پر جنوبی قطب کے اوپر اوزون سوراخ کی طرح جانا جاتا ہے۔ یہ دیکھا گیا تھا کہ اوزون سوراخ کے لیے حالات کا ایک منفرد سیٹ ذمہ دار ہے۔ گرمی کے موسم میں نائٹروجن ڈائی آکسائڈ اور میتھین، کلورین مونوآکسائڈ (تعامل iv) اور کلورین ایٹم (تعامل v) کے ساتھ تعامل کرکے کلورین سِنک (Sink) بناتی ہیں جو اوزون کی مزید تباہی کو روکتا ہے۔ جبکہ سردیوں کے موسم میں انٹارکٹکا کے اوپر خاص قسم کے بادل چھا جاتے ہیں جو قطبی اسٹریٹو اسفیئرک بادل کہلاتے ہیں۔ یہ قطبی اسٹریٹوسفیرک بادل ایک سطح مہیا کرتے ہیں جس پر بنا ہوا کلورین نائٹریٹ (تعامل iv) آبیدہ ہوکر ہائپوکلورس ایسڈ بنادیتا ہے (تعامل (vi))۔ یہ تعامل (v) کے مطابق ہائڈروجن کلورائڈ سے بھی تعامل کرکے سالماتی کلورین دیتا ہے۔

$$Cl\dot{O}\,(g) + NO_2(g) \rightarrow ClONO_2(g) \quad (iv)$$

$$\dot{C}l\,(g) + CH_4\,(g) \rightarrow \dot{C}H_3(g) + HCl\,(g) \quad (v)$$

$$ClONO_2(g) + H_2O\,(g) \rightarrow HOCl\,(g) + HNO_3(g) \quad (vi)$$

$$ClONO_2(g) + HCl\,(g) \rightarrow Cl_2\,(g) + HNO_3(g) \quad (vii)$$

بہار کے موسم میں جب سورج کی روشنی انٹارکٹکا پر واپس آتی ہے تو، سورج کی گرمی بادلوں کو پھاڑ دیتی ہے اور HOCl اور Cl_2 سورج کی روشنی سے فوٹولائز ہوجاتے ہیں، جیسا کہ تعامل (viii) اور (ix) میں دکھایا گیا ہے۔

$$HOCl\,(g) \xrightarrow{h\nu} \dot{O}H\,(g) + \dot{C}l\,(g) \quad (viii)$$

$$Cl_2\,(g) \xrightarrow{h\nu} 2\,\dot{C}l\,(g) \quad (ix)$$

اس طرح بننے والے کلورین ریڈیکل اوزون کی پرت کو پتلا کرنے کے لیے اس زنجیری تعامل کو شروع کردیتے ہیں جس کا ذکر اوپر کیا جاچکا ہے۔

اوزون پرت کے ہلکے پن کے اثرات (Effects of Depletion of the Ozone Layer)

اوزون پرت کے پتلا ہونے کی وجہ سے زیادہ الٹراوائیلیٹ (UV) اشعاع ٹروپوسفیئر میں داخل ہوں گی۔ UV اشعاع جلد کا بوڑھا ہونا، موتیا بند، دھوپ سے جھلسنا، جلد کا کینسر، کثیر تعداد میں فائٹوپلاکٹن کا ختم ہونا، مچھلی کی پیداوار کو نقصان پہنچنا وغیرہ کے لیے ذمہ دار ہوتا ہے۔ یہ بھی بتایا گیا ہے کہ نباتاتی پروٹین UV اشعاع سے متاثر ہوتی ہیں جس کی وجہ سے خلیوں میں نقصان دہ تغیرات ہوتے ہیں۔ یہ پتیوں کے اسٹومیٹا کے ذریعہ سطح کے پانی کی تبخیر کو بڑھادیتی ہیں اور مٹی میں نمی کی مقدار کو گھٹا دیتی ہیں۔ UV اشعاع میں اضافہ رنگ و روغن اور ریشوں کو تباہ کرتا ہے جس کی وجہ سے وہ جلدی ہی پھیکے پڑجاتے ہیں۔

14.3 آبی آلودگی (Water Pollution)

پانی زندگی کے لیے لازمی ہے۔ پانی کے بغیر کوئی زندگی نہیں ہوگی۔ عام طور پر ہم پانی کو شفاف ہی سمجھتے ہیں۔ لیکن ہمیں پانی کی کوالٹی کو یقینی بنانا چاہیے۔ پانی کی آلودگی انسانی سرگرمیوں سے شروع ہوتی ہے۔ مختلف

جدول 14.1 اہم آبی آلودگیاں

پالیوٹینٹ	ماخذ
خورد عضویے	گھریلو گندگی
نامیاتی فضلہ	گھریلو گندگی، جانوروں کا فضلہ اور گندگی، سڑتے ہوئے پودے اور جانور، غذائی اشیا تیار کرنے والی فیکٹریوں کے اخراج
نباتاتی تغذیات	کیمیائی کھاد
زہریلی بھاری دھاتیں	صنعتیں اور کیمیائی فیکٹریاں
تلچھٹ	زراعت اور کان کنی کے ذریعہ زمین کی کا کٹاؤ
گھن مار	حشرات، پھپھوند اور ویڈ کو ختم کرنے والے کیمیائی مادے
تاب کار مادّے	یورینیم کی معدنیات کی کان کنی
حرارت	صنعتوں میں ٹھنڈا کرنے کے لیے استعمال کیا جانے والا پانی

راستوں سے آلودگی سطحی یا زیرِ زمین پانی تک پہنچتی ہے۔ آسانی سے پہچانے جانے والے ماخذ یا آلودگی کے مقامات **نقطہ ماخذ (Point Source)** کہلاتے ہیں مثال کے طور پر میونسپل یا صنعتی اخراجی پائپ جہاں پالیوٹینٹ آبی ذرائع میں داخل ہوجاتے ہیں۔ آلودگی کے غیر نقطہ ماخذ وہ مقامات ہیں جو آسانی سے نہیں پہچانے جاتے۔ مثال کے طور پر کھیتوں کے بہاؤ (فارم، جانور اور کھیت)، تیزابی بارش، طوفانی، پانی کے نالے (گلیوں، پارکنگ کے مقامات اور لان سے آنے والے) وغیرہ وغیرہ۔

جدول 14.1 میں اہم آبی پالیوٹینٹ اور ان کے ماخذ دکھائے گئے ہیں۔

14.3.1 آبی آلودگی کی وجوہات (Causes of Water Pollution)

(i) مرض آفریں عضویے: آبی آلودگی میں سب سے زیادہ تشویشناک پالیوٹینٹ بیماری پھیلانے والے ایجنٹ ہوتے ہیں جنھیں مرض آفریں عضویے کہتے ہیں۔ ان عضویوں میں بیکٹیریا اور دوسرے عضویے شامل ہوتے ہیں جو گھریلو گندگی اور جانوروں کے اخراجی مادّوں سے پانی میں داخل ہوتے ہیں۔ انسانی فضلے میں ایسکیریشیا کولائی (Escherichia Coli) اور اسٹریپٹوکوکس فیکیلس (Streptococus Feacalis) جیسے بیکٹیریا پائے جاتے ہیں جس سے گیسٹرو انٹیسٹائنل (آنتوں) بیماریاں ہوجاتی ہیں۔

(ii) نامیاتی فضلہ (Organic Wastes): آبی آلودگی کا دوسرا بڑا ماخذ نامیاتی مادے، جیسے کہ پتیاں، گھاس پھوس، کوڑا کرکٹ وغیرہ ہیں۔ یہ بہاؤ میں شامل ہوکر پانی کو آلودہ کرتے ہیں۔ پانی کے اندر کثیر تعداد میں فائٹو پلانکٹن کی پیداوار بھی آبی آلودگی کی وجہ ہے۔ یہ فضلات حیاتیاتی تنزل پذیر ہوتے ہیں۔

پانی میں موجود نامیاتی مادوں کو بیکٹیریا کی کثیر آبادی تحلیل کر دیتی ہے۔ یہ پانی میں گھلی ہوئی آکسیجن کو استعمال کر لیتے ہیں۔ پانی محلول میں آکسیجن کی محدود مقدار کو ہی قائم رکھ سکتا ہے۔ ٹھنڈے پانی میں حل شدہ آکسیجن 10 ppm کی مقدار تک ہی پہنچ سکتی ہے، جبکہ ہوا میں آکسیجن کی مقدار 200, 000 ppm ہے۔ اسی لیے نامیاتی مادّے کی تھوڑی سی مقدار بھی جو پانی میں تحلیل ہوتی ہے پانی میں گھلی ہوئی آکسیجن کو کم کر دیتی ہے۔ آبی زندگی کے لیے پانی میں گھلی ہوئی آکسیجن بہت اہم ہوتی ہے۔ اگر پانی میں گھلی ہوئی آکسیجن کی مقدار 6 ppm سے کم ہو جائے تو مچھلیوں کی پیداوار کم ہو جائے گی۔ پانی میں آکسیجن یا تو فضا کے ذریعہ پہنچتی ہے یا پھر دن کے وقت بہت سے آبی پودوں کے ذریعے کی گئی ضیائی تالیف کے ذریعہ پہنچتی ہے۔ بہرحال، رات کے وقت ضیائی تالیف کا عمل رُک جاتا ہے لیکن پودے سانس لینا جاری رکھتے ہیں، جس کی وجہ سے گھلی ہوئی آکسیجن کم ہو جاتی ہے۔ گھلی ہوئی آکسیجن خورد عضویوں کے ذریعہ مادّوں کی تکسید کے لیے بھی استعمال ہوتی ہے۔

اگر پانی میں بہت زیادہ نامیاتی مادّے داخل کر دیے جائیں تو تمام دستیاب آکسیجن استعمال ہو جائے گی۔ اس کی وجہ سے آکسیجن پر منحصر آبی زندگی ختم ہو جائے گی۔ غیر ہواباش بیکٹریا (جن کو آکسیجن کی ضرورت نہیں ہوتی) نامیاتی فضلہ کو توڑنا شروع کر دیتے ہیں اور کیمیائی مادّے بناتے ہیں جو بدبودار ہوتے ہیں اور وہ انسانی صحت کے لیے نقصان دہ ہوتے ہیں۔ ہواباش بیکٹیریا (جن کو آکسیجن کی ضرورت ہوتی ہے) ان نامیاتی مادّوں کو ختم کرتے ہیں اور پانی کو حل شدہ آکسیجن سے محروم رکھتے ہیں۔

اس طرح ایک خاص حجم کے پانی کے نمونے میں موجود نامیاتی مادّوں کو توڑنے کے لیے بیکٹیریا کو جتنی آکسیجن کی ضرورت ہوتی ہے وہ **بایوکیمیکل آکسیجن ڈیمانڈ (BOD)** کہلاتی ہے۔ پانی میں BOD کی مقدار پانی میں موجود مادّوں کا پیمانہ ہوتی ہے کہ اسے حیاتیاتی طریقہ سے توڑنے میں کتنی آکسیجن کی ضرورت ہوگی۔ صاف پانی کی BOD کی قدر 5ppm ہوگی جبکہ بہت زیادہ آلودہ پانی کی BOD کی قدر 17 ppm یا اس سے زیادہ ہو سکتی ہے۔

(iii) کیمیائی پالیوٹینٹ (Chemical Pollutants): جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ پانی ایک بہت عمدہ محلّل ہے، پانی میں حل پذیر غیر نامیاتی کیمیائی مادّے جس میں بھاری دھاتیں، جیسے کیڈمیم، پارہ، نِکل وغیرہ شامل ہیں، پالیوٹینٹ کا ایک اہم گروپ تشکیل دیتے ہیں۔ یہ تمام دھاتیں انسانوں کے لیے خطرناک ہوتی ہیں کیونکہ ہمارا جسم ان کا اخراج نہیں کر سکتا۔ وقت کے ساتھ ساتھ یہ برداشت کی حد پار کر جاتے ہیں۔ پھر یہ دھاتیں ہمارے گردوں، مرکزی عصبی نظام، جگر وغیرہ کو تباہ کر سکتی ہیں۔ کانوں سے خارج ہونے والے تیزاب (جیسے سلفیورک ایسڈ) اور مختلف ذرائع سے نکلنے والے نمک جس میں ٹھنڈی آب و ہوا میں برف یا برف کے گالوں کو پگھلانے میں استعمال ہونے والا سادہ نمک (سوڈیم اور کیلشیم کلورائڈ) بھی شامل ہے پانی میں حل پذیر کیمیائی پالیوٹینٹ ہیں۔

نامیاتی کیمیائی مادے، آلودہ پانی میں پائی جانے والی اشیا کا ایک اور گروپ ہیں۔ پیٹرولیم کے ماحصل بہت سے آبی ذرائع کو آلودہ کرتے ہیں۔ مثلاً سمندر میں تیل کا بہہ جانا وغیرہ۔ دوسرے نامیاتی مرکبات جن کے تشویشناک اثرات ہوتے ہیں، گھن مار دوائیں ہیں جو چھڑکاؤ یا زمین پر بہاؤ کے ذریعہ بکھر جاتی ہیں۔ مختلف صنعتی کیمیا جیسے کہ پولی کلورینیٹڈ بائی فِنائل (PCBs)، جن کا استعمال صفائی کرنے والے محلول کی طرح ہوتا ہے، صابن اور کیمیائی کھاد آبی پالیوٹینٹ کی فہرست میں شامل ہوتے ہیں۔ خدشہ ہے کہ PCBs کارسینو جینک (کینسر پیدا کرنے والے) ہوتے ہیں۔ آج کل بہت سے دستیاب ڈٹرجنٹ حیاتیاتی تنزل پذیر ہوتے ہیں۔ بہرحال ان کا استعمال دوسری دشواریاں پیدا کر سکتا ہے۔ بیکٹیریا جو حیاتیاتی تنزل پذیر مادّوں کی تحلیل کرتے ہیں وہ ان کو کھاتے ہیں اور تیزی سے بڑھتے ہیں۔ بڑھتے وقت وہ تمام آکسیجن کو، جو پانی میں گھلی ہوئی ہے، استعمال کر سکتے ہیں۔ آکسیجن کی کمی، آبی زندگی کی دوسری قسموں مثلاً مچھلیوں اور پودوں کو ختم کر دیتی ہے۔ کیمیائی کھاد میں فاسفیٹ ہوتے ہیں۔ پانی میں فاسفیٹ کا اضافہ الگی کے اضافے کا باعث ہوتا ہے۔ الگی کی یہ بڑھی ہوئی تعداد پانی کی سطح کو ڈھک دیتی ہے اور پانی میں آکسیجن کی مقدار گھٹ جاتی ہے۔ یہ ضرر پذیر سڑن اور مردہ جانوروں کے ساتھ عام طور پر غیر ہواباش حالات پیدا کر دیتی ہے۔ اس طرح ان پھلتے پھولتے پودوں سے بھرا ہوا پانی، پانی میں رہنے والے دوسرے جاندار عضویوں کی افزائش کو روک دیتا ہے۔ یہ عمل جو غذایت سے بھرپور پانی کے ذرائع میں پودوں کی گھنی آبادی کو بڑھاوا دیتا ہے، جو آبی جانوروں کی زندگی کو آکسیجن سے محروم کر کے ختم کر دیتا ہے اور اس طرح متنوع جاندار دنیا کو نقصان پہنچاتا ہے **یوٹروفکیشن (Eutrophication)** کہلاتا ہے۔

14.3.2 پینے کے پانی کے بین الاقوامی معیار (International Standards for Drinking Water)

پینے کے پانی کے لیے بین الاقوامی معیار مندرجہ ذیل ہیں جن پر عمل کرنا لازمی ہے۔

فلورائڈ (Fluoride) : پینے کے پانی میں فلورائڈ آین کے ارتکاز کی جانچ کرنی چاہیے۔ پینے کے پانی میں اس کی کمی انسان کے لیے نقصان دہ ہے اور وہ دانتوں کی سڑن جیسی بیماریاں پیدا کرتی ہے۔ پینے کے پانی میں اکثر حل پذیر فلورائڈ شامل ہو جاتے ہیں جو پانی میں اس کے ارتکاز کو 1ppm یا $1\ mg\ dm^{-3}$ تک بڑھا دیتے ہیں۔ F^- آین دانتوں کے اینمل (Enamel) ہائڈروکسی اپیٹائٹ (Hydroxyapatite)، $[3(Ca_3(PO_4)_2 . Ca(OH)_2]$ کو جو دانت کی سطح پر ہوتا ہے زیادہ سخت فلور اپیٹائٹ $[3(Ca_3(PO_4)_2CaF_2]$ میں تبدیل کر دانتوں کے اینمل کو زیادہ سخت بنا دیتے ہیں۔

تاہم، 2 ppm سے اوپر F آین ارتکاز دانتوں پر بھوری پرت کے لیے ذمہ دار ہوتا ہے۔ اسی وقت فلورائڈ کی زیادہ مقدار (10 ppm سے اوپر) دانتوں اور ہڈیوں کو نقصان پہنچاتی ہے۔ جیسا کہ راجستھان کے کچھ علاقوں میں دیکھا گیا ہے۔

سیسہ (Lead): جب سیسے کے پائپ کا استعمال پانی کو لے جانے کے لیے کیا جاتا ہے تو وہ پینے کے پانی کو لیڈ سے آلودہ کر دیتا ہے۔ پینے کے پانی میں لیڈ کے ارتکاز کی بالائی حد تقریباً 50 ppb ہوتی ہے۔ لیڈ، گردوں، جگر اور تولیدی نظام کو تباہ کر سکتا ہے۔

سلفیٹ (Sulphate): پینے کے پانی میں سلفیٹ کی زیادہ مقدار (>500 ppm) سُستی کے اثرات پیدا کرتی ہے حالانکہ معتدل سطح پر یہ بےضرر ہوتی ہے۔

نائٹریٹ (Nitrate): پینے کے پانی میں نائٹریٹ کی زیادہ سے زیادہ سطح 50 ppm ہونی چاہیے۔ پینے کے پانی میں زیادہ مقدار میتھا موگلوبنیمیا 'Blue Baby, Syndrom (Methemoglubinimia) جیسی بیماری پیدا کرتی ہے۔

دیگر دھاتیں (Other Metals): جدول 14.2 میں پینے کے پانی میں کچھ عام دھاتوں کے انتہائی ارتکاز دکھائے گئے ہیں۔

جدول 14.2 پینے کے پانی میں دھاتوں کے مجوزہ انتہائی ارتکاز

دھات	زیادہ سے زیادہ ارتکاز $(ppm\ or\ mg\ dm^{-3})$
Fe	0.2
Mn	0.05
Al	0.2
Cu	3.0
Zn	5.0
Cd	0.005

سرگرمی-2

آپ مقامی پانی کے ماخذ کو دیکھنے کے لیے جائیے اور پانی کو دیکھتے ہوئے یا پانی کی pH چیک کر کے مشاہدہ کیجیے کہ دریا/ جھیل/ ٹینک/ تالاب وغیرہ غیر آلودہ/ کم آلودہ/ مناسب آلودہ یا بہت زیادہ آلودہ ہیں۔ ندی کا نام لکھیے اور ان شہری یا صنعتی مقامات کی نشاندہی کیجیے جہاں سے آلودگی پیدا ہو رہی ہے۔ اس کے متعلق حکومت کے ذریعہ آلودگی کی سطح کی پیمائش کرنے کے لیے بنائے گئے آلودگی کنٹرول بورڈ کے آفس کو مطلع کیجیے۔ مناسب عمل درآمد کو یقینی بنائیے۔ آپ اخبارات میں بھی لکھ سکتے ہیں۔ گھریلو یا صنعتی نالوں میں ایسا کوڑا کرکٹ مت پھینکیے جو براہِ راست پانی کے ذرائع ندی، تالاب، نہر یا جھیل میں گرتا ہو۔ اپنے باغیچے (لان) میں کیمیائی کھاد کے بجائے کمپوسٹ استعمال کیجیے۔ گھروں میں DDT یا Malathion وغیرہ جیسے جراثیم کش مادّوں کا استعمال سے پرہیز کیجیے۔ کیڑے مکوڑوں کو دور رکھنے کے لیے نیم کی سوکھی پتیوں کا استعمال کیجیے۔ اپنے گھر کے پانی کے ٹینک میں کچھ دانے پوٹاشیم پرمیگنیٹ $(KMnO_4)$ یا بلیچنگ پاؤڈر کے ڈالیے۔

14.4 مٹی کی آلودگی (Soil Pollution)

ہندوستان کی معیشت زراعت پر منحصر ہونے کی وجہ سے یہ زراعت، مچھلی پالن اور جانوروں کی پیداوار کو زیادہ ترجیح دیتا ہے۔ ضرورت سے زیادہ پیداوار کو سرکاری اور غیر سرکاری تنظیموں کے ذریعہ کم پیداوار کے موسموں کے لیے ذخیرہ کر لیا جاتا ہے۔ ذخیرہ اندوزی کے دوران غذا کا ضائع ہونا بھی مخصوص توجہ کا طالب ہے۔ کیا آپ نے کیڑے مکوڑوں، چوہوں، گھاس پھوس اور فصلی بیماریوں سے فصلوں یا غذائی سامان کو برباد ہوتے ہوئے دیکھا ہے؟ ان کی حفاظت ہم کیسے کر سکتے ہیں؟ ہماری فصلوں کو بچانے والی کچھ کیڑے مار اور جراثیم کش دواؤں سے آپ واقف ہوں گے۔ تاہم یہ حشرہ کش، گھن مار اور نباتات کش دوائیں مٹی کی آلودگی پیدا کرتی ہیں۔ لہٰذا ان کے منصفانہ استعمال کی ضرورت ہے۔

14.4.1 گھن مار (Pesticides)

دوسری جنگِ عظیم سے پہلے بہت سے قدرتی طور پر پائے جانے والی کیمیائی اشیا جیسے کہ نکوٹین (فصل کے کھیتوں میں تمباکو کے پودے لگانا) کا استعمال زراعتی کاموں میں بڑی فصلوں کو گھنوں سے بچانے کے لیے کیا جاتا تھا۔

دوسری جنگ عظیم کے دوران ملیریا اور دیگر کیڑے مکوڑے سے ہونے والی بیماریوں کی روک تھام میں DDT کا استعمال بہت مؤثر پایا گیا۔ لہٰذا جنگ کے بعد DDT کو زراعت میں کیڑے مکوڑوں، چوہوں، گھاس پھوس اور دوسری فصلی بیماریوں سے ہونے والے نقصانات پر قابو پانے کے لیے استعمال کیا جانے لگا۔ تاہم اس کے منفی اثرات کی وجہ سے ہندوستان میں اس کے استعمال پر پابندی لگا دی گئی۔

گھن مار، درصل تالیفی زہریلے کیمیائی مادّے ہوتے ہیں جن سے ماحولیاتی اثرات وابستہ ہوتے ہیں۔ ایک ہی یا ملتے جلتے پیسٹی سائڈ کا مسلسل استعمال ایسے گھنوں کو پیدا کرتا ہے جو اس گروپ کے گھن مار کے تئیں مزاحمت پیدا کرلیتے ہیں اور اس طرح اس گھن مار کو بے اثر کردیتے ہیں۔ لہٰذا جیسے جیسے کیڑوں میں DDT کے لیے مزاحمت بڑھتی ہے، گھن مار صنعت کے ذریعہ بازار میں ایلڈرین اور ڈائی ایلڈرین جیسے دوسرے نامیاتی زہریلے مرکبات داخل کردیے جاتے ہیں۔ زیادہ تر نامیاتی زہر پانی میں حل پذیر نہیں ہوتے اور غیر حیاتیاتی تنزل پذیر ہوتے ہیں۔ اسی لیے یہ بہت زیادہ مستقل مزاج زہر غذائی زنجیر کے ذریعہ کمترین ٹروفِک لیول سے اعلیٰ ٹروفک لیول تک منتقل ہوجاتے ہیں (شکل 14.3)۔ وقت کے ساتھ ساتھ بڑے جانوروں میں زہر کی سطح اس مقام تک پہنچ جاتی ہے جہاں تشویشناک استحالی (میٹابولک) اور عضویاتی بدنظمی پیدا ہوجاتی ہے۔



شکل **14.2** ہر ایک ٹروفک سطح پر آلودگیوں کا ارتکاز 10 گنا بڑھتا ہے

کلورین والے نامیاتی زہر کے قائم رہنے کی بہت زیادہ صلاحیت کے جواب میں کم استقلالی یا حیاتیاتی تنزل پذیر مادّے، جو آرگینو فاسفیٹ اور کاربامیٹ (Carbamate) کہلاتے ہیں بازار میں دستیاب ہیں۔ لیکن یہ کیمیائی مرکبات شدید عصبی زہر ہوتے ہیں لہٰذا یہ انسانوں کے لیے زیادہ نقصان دہ ہوتے ہیں۔ نتیجہ کے طور پر کھیتوں میں کام کرنے والوں کی ان گھن مار کی وجہ سے ہونے والی اموات کی اطلاعات ملی ہیں۔ کچھ کیڑے مکوڑوں میں بھی ان حشرہ کش کے تئیں مزاحمت پیدا ہوگئی ہے۔ حشرہ کش صنعت حشرات کش دواؤں کی کچھ نئی جماعتوں کو تیار کرنے میں مصروف ہے۔ لیکن ہمیں سوچنا چاہیے کہ کیا کیڑوں پر قابو پانے کا صرف یہی ایک حل ہے؟

آج کل گھن مار صنعت نے اپنی توجہ **نباتات کش** (Herbicides) کی طرف مبذول کرلی ہے جیسے کہ سوڈیم کلوریٹ ($NaClO_3$)، سوڈیم آرسینیٹ (Na_3AsO_3) اور دوسرے کئی مرکبات وغیرہ۔

کئی مرکبات پچھلی صدی کے ابتدائی نصف برسوں میں ویڈ پر قابو پانے کے میکانیکی طریقوں سے کیمیائی طریقوں پر منتقلی نے صنعت کو ایک پھلتا پھولتا معاشی بازار فراہم کیا ہے۔ لیکن ہمیں یہ بھی یاد رکھنا چاہیے کہ یہ ماحول کا دوست نہیں ہیں۔

زیادہ تر نباتات کش پستانیوں کے لیے زہریلے ہوتے ہیں لیکن یہ زیادہ عرصے تک قائم رہنے والے نہیں ہوتے جیسے کہ آرگینو-کلورائڈ ہوتے ہیں۔ یہ کیمیائی مادّے چند مہینوں میں ہی تحلیل ہوجاتے ہیں۔ آرگینو-کلورائڈ کی طرح یہ بھی غذائی جال میں مرتکز ہوجاتے ہیں۔ کچھ نباتات کش پیدائشی نقص پیدا کرتے ہیں۔ تحقیقات یہ بتاتی ہیں کہ مکا کے کھیت میں ہاتھ سے ویڈ کو صاف کرنے کے بجائے نباتات کش کا چھڑکاؤ کرنے سے کیڑوں کے حملے اور پودوں کی بیماریاں زیادہ ہوتی ہیں۔

گھن مار اور نباتات کش بڑے پیمانے پر پھیلی ہوئی کیمیائی آلودگی کے ایک بہت چھوٹے سے حصّہ کی نمائندگی کرتے ہیں۔ دوسرے مرکبات کی ایک بڑی تعداد جو کہ کیمیائی اور صنعتی عمل میں پیداوار کی مختلف سرگرمیوں میں مسلسل استعمال ہوتے ہیں آخر کار کسی نہ کسی شکل میں فضا میں چھوڑ دیے جاتے ہیں۔

14.5 صنعتی فضلہ (Industrial Waste)

صنعتوں سے نکلنے والے ٹھوس فضلاتی مادّوں کو حیاتیاتی تنزل پذیر (Biodegradable) اور غیر تنزل پذیر مادّوں میں چھانٹ لیا جاتا ہے۔ حیاتیاتی تنزل پذیر (Non-biodegradable) فضلاتی مادّے سُوت کی مل، غذائی اشیا تیار کرنے والی اکائیوں، کاغذ کی مل اور کپڑوں کی فیکٹریوں سے پیدا ہوتے ہیں۔

غیر حیاتیاتی تنزل پذیر مادّے، تھرمل پاور پلانٹ جو فلائی ایش پیدا کرتے ہیں، لوہے اور اسٹیل کے پلانٹ جو بلاسٹ فرنیس سلیگ اور اسٹیل میلٹنگ سلیگ پیدا کرتے ہیں وغیرہ سے خارج ہوتے ہیں۔ جو صنعتیں

ایلومنیم، زِنک اور کاپر بناتی ہیں وہ کیچڑ اور ٹیلنگ پیدا کرتی ہیں۔ کیمیائی کھاد کی صنعت جپسم پیدا کرتی ہے۔ وہ انڈسٹریز جو دھاتیں، کیمیائی مرکبات، دوائیں، طبّی فارماسیوٹیکل، رنگ، گھن مار، ربر کا سامان وغیرہ بنانے میں شامل ہیں وہ خطرناک فضلے جیسے آتش گیر مادے، دھماکہ خیز اشیا یا بہت زیادہ تعامل پذیر مادّے پیدا کرتی ہیں۔

غیر تنزل پذیر صنعتی ٹھوس فضلوں کا تصفیہ اگر ٹھیک اور مناسب طریقوں سے نہیں کیا جائے تو وہ ماحولیات کے لیے ایک سنگین خطرہ بن سکتے ہیں۔ نئی کھوجوں نے فاضل مادّوں کے استعمال کے لیے نئے طریقے وضع کیے ہیں۔ آج کل فلائی ایش اور اسٹیل انڈسٹری سے خارج کی گئی سلیگ کا استعمال سیمنٹ انڈسٹری کر رہی ہے۔ زہریلے فاضل مادّوں کی بڑی مقدار کو عام طور پر باقاعدہ جلا کر تباہ کیا جاتا ہے، جبکہ تھوڑی مقدار کو فیکٹری کے دوسرے کچرے کے ساتھ کھلے ہوئے ڈبوں میں جلایا جاتا ہے۔ بہر حال اگر ٹھوس فضلاتی مادّوں کا بہتر طریقے سے انتظام نہیں کیا گیا تو وہ ماحول کے اجزا کو متاثر کر سکتے ہیں۔

کیا آپ فضلات کی ریسائیکلنگ (Recycling) کے بارے میں جانتے ہیں؟

- ایندھن، جو پلاسٹک کے کچرے سے تیار کیا جاتا ہے اس میں بہت زیادہ اوکٹین (Octane) ہوتی ہے۔ اس میں سیسہ نہیں ہوتا اور یہ سبز ایندھن کہلاتا ہے۔
- کیمیائی اور کپڑے کی صنعتوں میں حال ہی میں ہونے والی ترقی کی وجہ سے اب کپڑے بھی تیار ہوں گے۔ جلد ہی یہ عالمی کپڑا بازار میں دستیاب ہوگا۔
- ہندوستان میں ہمارے شہر اور قصبات غیر متعینہ مدت کے لیے بجلی کی کٹوتی کا سامنا کرتے ہیں۔ ہم سڑتے ہوئے کوڑے کے ڈھیر بھی جگہ جگہ دیکھتے ہیں۔ ایک اچھی خبر یہ ہے کہ ہم ان دونوں مشکلات سے بیک وقت چھٹکارا حاصل کر سکتے ہیں۔ اب ٹیکنالوجی اس حد تک بڑھ گئی ہے کہ ہم کوڑے کرکٹ سے بجلی تیار کر سکتے ہیں۔ ایک تجرباتی پلانٹ تیار کیا گیا ہے جس میں پہلے مقناطیسی دھاتیں، پلاسٹک، شیشہ، کاغذ وغیرہ کو کوڑ کے ڈھیر سے علیحدہ کیا جاتا ہے، پھر اس میں پانی ملایا جاتا ہے، پھر اسے بیکٹیریا کی مدد سے کلچر کیا جاتا ہے جس سے میتھین گیس بنتی ہے جسے عام طور پر بایوگیس کہتے ہیں۔ بچے ہوئے ماحصل کو کھاد کی طرح استعمال کیا جاتا ہے اور گیس کو بجلی تیار کرنے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔

14.6 ماحولیاتی آلودگی پر قابو پانے کے طریقے (Strategies To Control Environmental Pollution)

اس باب میں ہوا، پانی، مٹی اور صنعتی فضلات کی آلودگی کے بارے میں پڑھنے کے بعد اب آپ ضرور یہ خواہش کرنے لگے ہوں گے کہ ماحولیاتی آلودگی پر قابو رکھنے کی ضرورت ہے۔ اپنے اطراف کی حفاظت آپ کیسے کر سکتے ہیں؟ ان اقدامات/ اعمال کے بارے میں سوچیے جو آپ اپنے گردوپیش میں ہوا، پانی، مٹی اور صنعتی اطراف کی آلودگی کو قابو میں کرنے کے لیے اٹھائیں گے۔ یہاں فضلات کے انتظام کی حکمت عملی کا ایک تصور پیش کیا گیا ہے۔

14.6.1 فضلاتی مادّوں کا انتظام (Waste Management)

صرف ٹھوس فضلہ ہی وہ فضلہ نہیں ہے جو آپ اپنے گھر کے کوڑے دان میں دیکھتے ہیں۔ گھر کی بے کار چیزوں کے علاوہ اس میں طبّی، زراعتی، صنعتی اور کانوں سے متعلق فضلات ہوتے ہیں۔ فضلات کا غیر مناسب تصفیہ ماحولیاتی تنزلی کی بڑی وجوہات میں سے ایک ہے۔ لہٰذا فضلات کا انتظام سب سے اہم ہے۔

آپ نے سوچھ بھارت ابھیان (Clean India Movement) کے بارے میں سنا ہوگا جس کا آغاز ہندوستانی حکومت نے کیا تھا۔ سوچھ بھارت ابھیان کے علامت میں گاندھی جی کا چشمہ اور نعرہ 'ایک قدم سوچھتا کی جانب' لیا گیا ہے۔



ایک قدم صفائی کی جانب

سوچھ بھارت ابھیان کے تحت دو پروگرام چلائے جا رہے ہیں۔ سوچھ بھارت مہم-شہری (Swachh bharat Mission (SBM-U) اور سوچھ بھارت مہم-دیہی Swachh Bharat Mission Gramin (SBM-G) سوچھ بھارت مہم-شہری کا بنیادی مقصد ہندوستان کو کھلی جگہ میں فضلہ سے آزاد کرانا اور ٹھوس کچرے کا 100% سائنسی بندوبست کرنا ہے۔ سوچھ بھارت فہم-دیہی کا خاص مقصد دیہی علاقوں میں عام زندگی کے طور طریقوں میں سدھار کرنا، صفائی، حفظان صحت کو بڑھاوا دے کر کھلے میں فضلہ سے نجات اور دیہی ہندوستان

میں صفائی کو فروغ دینا جس سے سوچھ ہندوستان کے مقصد کو 2 اکتوبر، 2019 تک حاصل کیا جاسکے جو بابائے قوم مہاگاندھی کا 150 واں یومِ پیدائش بھی ہے۔ اگر آپ نے سوچھ بھارت ابھیان کے کسی پروگرام میں حصہ لیا ہے تو اپنے ذاتی تجربات بیان کیجیے۔

جمع کرنا اور تصفیہ (Collection and Disposal)

گھریلو کوڑا کرکٹ چھوٹے ڈبّوں میں جمع کیا جاتا ہے جو پھر پرائیویٹ یا میونسپل کارندوں کے ذریعہ کمیونٹی کوڑا گھر میں منتقل کیا جاتا ہے۔ ان محلّوں کے کوڑے دانوں سے اسے تصفیہ کے مقامات پر لے جایا جاتا ہے۔ ان مقامات پر کوڑے کو حیاتیاتی تنزل پذیر اور غیر حیاتیاتی تنزل پذیر کوڑوں میں تقسیم کر دیا جاتا ہے۔ غیر حیاتیاتی تنزل پذیر اشیا جیسے کہ پلاسٹک، شیشہ اور دھاتوں کے ٹکڑے وغیرہ ری سائیکل کے لیے بھیج دیے جاتے ہیں۔ حیاتیاتی تنزل پذیر مادّے بھراؤ کے مقامات (Land fills) پر پہنچادیے جاتے ہیں اور کھاد میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔

کوڑا کرکٹ اگر کوڑے دان میں جمع نہیں کیا جائے تو وہ نالوں میں اپنا راستہ بنالیتا ہے۔ اس میں سے کچھ جانوروں کے ذریعہ کھالیا جاتا ہے۔ غیر حیاتیاتی تنزل پذیر مادّے جیسے کہ پولیتھین بیگ، دھاتوں کے ٹکڑے وغیر سیوریج لائن کو بند کر دیتے ہیں اور دشواریاں کھڑی کرتے ہیں۔ پولیتھین اگر جانور نگل لیں تو ان کی جان بھی جاسکتی ہے۔ لہٰذا ایک عام عادت کی طرح تمام گھریلو کوڑا کرکٹ مناسب طریقے سے جمع کرنا چاہیے اور اس کا تصفیہ کرنا چاہیے۔ خراب انتظام صحت سے متعلق دشواریاں پیدا کرتا ہے اور زیر زمین پانی کے آلودہ ہونے سے وبائی بیماریاں پھیل سکتی ہیں۔ یہ ان لوگوں کے لیے زیادہ تباہ کن ہے جن کا کوڑے سے براہِ راست تعلق ہوتا ہے جیسے کوڑا بیننے والے، فضلہ کے تصفیہ سے متعلق افراد جو زیادہ تر غیر حفاظتی چیزوں مثلاً دستانے یا واٹر پروف جوتے اور گیس ماسک کے بغیر ہی کوڑا کرکٹ اٹھاتے ہیں۔ ان کے لیے آپ کیا کر سکتے ہیں؟

14.7 سبز کیمیا (Green Chemistry)

14.7.1 تعارف (Introduction)

یہ حقیقت سب جانتے ہیں کہ ہندوستان غذا کے معاملے میں بیسویں صدی کے اواخر میں، ہی خود کفیل ہوا ہے جو کہ بہتر کیمیائی کھاد اور گھن مار کے استعمال، کھیتی کے بہتر طریقوں کی کھوج، بہتر بیج اور آب پاشی کے ذرائع کی

نوبل انعام سبز کیمیا دانوں کو جاتا ہے


رچرڈ آر شروک


رابرٹ-ایچ-گربس


ییس چوون

ییس چوون، Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison France، رابرٹ ایچ گربس کیلیفورنیا انسٹیٹیوٹ آف ٹکنالوجی (Caltech)، پاساڈینا، سی اے، یو ایس اے اور رچرڈ آر-شروک میساچوسیٹ انسٹیٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (MIT) کیمبرج، ایم اے، یو ایس اے نے 2005 کا نوبل انعام علم کیمیا میں نئے کیمیکل تیار کرنے میں خطرناک فضلہ کو کم کرنے کے لیے کیے گئے کام پر حاصل کیا۔ ان تینوں نے یہ انعام نامیاتی تالیف میں میٹا تھیسس (Metathesis) طریقہ کار پیش کرنے کے لیے حاصل کیا۔ ایک طریقہ جس میں سالمے کے اندر ہی ایٹموں کے گروپ کو دوبارہ ترتیب دیا جاتا ہے جس کو رائل سویڈش اکادمی آف سائنسز کے اس ڈانس کے مشابہہ پایا جس میں ڈانس کے دوران ساتھی بدل جاتے ہیں۔ دواؤں، بایوٹکنالوجی اور غذائی اشیا تیار کرنے والی صنعتوں میں میٹاتھیسس تکنیک کی زبردست اقتصادی افادیت ہے۔ اس کا استعمال انقلابی ماحول- دوست پالیمر کی تیاری میں بھی کیا جاتا ہے۔

جدید اور بہتر پیداوار کے ذریعہ خطرناک فضلات کو کم کرکے، سبز کیمیا کے لیے یہ ایک زبردست پیش قدمی کو ظاہر کرتا ہے ایٹم بدل ایک مثال ہے کہ کس طرح بنیادی سائنس انسان، سماج اور ماحول کے لیے اہم ہے۔

بدولت حاصل ہوئی ہے۔ لیکن مٹی کے سودمند استعمال اور کیمیائی کھاد اور گھن مار کے بہت زیادہ استعمال سے مٹی، پانی اور ہوا میں خرابی پیدا ہوئی ہے۔

اس مسئلہ کا حل اس میں نہیں ہے کہ ترقی کے اس عمل کو روک دیا جائے جو شروع ہو چکا ہے: بلکہ نئے طریقوں کی تلاش کرنا ہے، جو ماحولیات کی تنزلی کو کم کرنے میں مدد کر سکے۔ سبز کیمیا فکر کا ایك طریقه هے اور موجوده علم علم کیمیا وديگر علوم کے اصولوں کے استعمال کے متعلق هے تاکه ماحول پر خراب اثرات کو کم کیا جاسکے۔ سبز کیمیا پروڈکشن کا عمل هے جو کم سے کم آلودگی یا ماحول میں بگاڑ لا سکتا هے۔ کسی عمل کے دوران پیدا هونے والی ضمنی پیداوار اگر سود مند طریقے سے استعمال نه کی جائے تو ماحولیاتی آلودگی میں اضافه کرتی هے۔ ایسے اعمال نه تو ماحول دوست هیں اور نه هی لاگت کے اعتبار سے کفایتی هیں۔ فضلاتی ماڈوں کی پیداوار اور اس کا تصفیه دونوں هی معاشی طور پر ناقص هیں۔ کیمیائی خطرات کم کرنے کے ساتھ ساتھ ترقیاتی کاموں کو جاری رکھنے میں موجوده علم کا استعمال سبز کیمیا کی بنیاد هے۔" کیا آپ نے سبز کیمیا کا تصور کیا ہے؟ یہ اچھی طرح معلوم ہے کہ نامیاتی محلل جیسے بینزین، ٹولوئین، کاربن ٹیٹرا کلورائڈ وغیرہ بے حد زہریلے ہوتے ہیں۔ ان کا استعمال کرتے وقت بہت احتیاط برتنی چاہیے۔

جیسا کہ آپ جانتے ہیں، کہ کسی کیمیائی تعامل میں متعامل ہوتے ہیں، حملہ آور ریجنٹ اور وہ میڈیم ہوتا ہے جس میں تعامل واقع ہوتا ہے۔ کسی بھی تعامل کی حد طبعی پیرامیٹر جیسے درجۂ حرارت دباؤ اور وسیط کے استعمال پر منحصر ہوتی ہے، اگر ماحولیاتی دوست وسیلے کا استعمال کرتے ہوئے متعامل پوری طرح سود مند ماحولیاتی دوست ماحصلات میں تبدیل ہو جائیں تو پھر ماحول میں کوئی بھی کیمیائی آلودگی داخل نہیں ہو سکے گی۔

تالیف کے دوران ابتدائی ماڈوں کا انتخاب کرنے میں احتیاط برتنے کی ضرورت ہے جو ماحصلات کی تقریباً سوفی صد پیداوار میں تبدیل ہو سکے۔ اس کو تالیف کی مناسب ترین حالت پر پہنچ کر حاصل کیا جا سکتا ہے۔ یہ بھی سودمند ہوسکتا ہے کہ تالیفی تعاملات آبی وسیلے میں کیے جائیں چونکہ پانی کی نوعی حرارت (Specific Heat) زیادہ اور طیران پذیری (Volatility) کم ہوتی ہے۔ پانی کفایتی غیراشتعال پذیر اور کارسینوجینک اثرات سے بری ہوتا ہے۔

14.7.2 سبز کیمیا روزمرہ کی زندگی میں
(Green Chemistry in day-to-day Life)

(i) کپڑوں کی ڈرائی کلینگ
(Dry Cleaning of Clothes)

ٹیٹرا کلورو ایتھین $(Cl_2 C = Cl_2)$ پہلے ایک محلل کی طرح ڈرائی کلینگ کے لیے استعمال کیا جاتا تھا۔ یہ مرکب زیرِ زمین پانی کو آلودہ کرتا ہے اور اس کے کارسنوجینک ہونے پر بھی شبہ ہے۔ اس کو استعمال کرنے والا عمل اب ایک دوسرے عمل سے تبدیل کر دیا گیا ہے جس میں رقیق کاربن ڈائی آکسائڈ ایک مناسب ڈٹرجینٹ کے ساتھ استعمال کی جاتی ہے۔ ہیلوجینیٹڈ محلل کی رقیق CO_2 سے تبدیلی زیر زمین پانی کو کم نقصان پہنچائے گی۔

آج کل کپڑوں کی دھلائی کے دوران کپڑوں کو بلیچ کرنے کے لیے ہائڈروجن پر آکسائڈ (H_2O_2) کا استعمال ہوتا ہے جو بہتر نتائج دیتی ہے اور کم پانی کا استعمال ہوتا ہے۔

(ii) کاغذ کی بلیچنگ (Bleaching of Paper)

کاغذ کی بلیچنگ کے لیے پہلے کلورین کا استعمال ہوتا تھا۔ آج کل مناسب وسیط کے ساتھ، جو ہائڈروجن پر آکسائڈ کے عمل کو بڑھاتا ہے، ہائڈروجن پر آکسائڈ کا استعمال کیا جاتا ہے۔

(iii) کیمیائی مرکبات کی تالیف (Synthesis of Chemicals)

کمرشیل طریقے پر اب ایتھنل (CH_3CHO) آبی وسیلے میں آینی وسیط کی موجودگی میں ایک ہی مرحلے میں تکسید سے تیار کیا جاتا ہے جس میں پیداوار 90% ہوتی ہے۔

$$CH_2 = CH_2 + O_2 \xrightarrow[\text{Pd(II)/Cu(II)(in water)}]{\text{Catalyst}}$$

گدلا پانی (Turbid water) کو صاف کرنے کا "سبز حل" اِملی کے بیج کے دانے کا پاؤڈر گھریلو اور صنعتی خراب پانی کو صاف کرنے کے لیے ایک اثرانداز شے ہے۔ یہ ایک غیر زہریلا، حیاتیاتی تنزل پذیر اور قیمت وصول شے ہے۔ یہ پاؤڈر زراعتی فضلے کے طور پر نکال دیا جاتا ہے۔ یہ پایا گیا ہے کہ ایلم پانی میں زہریلے آئن کا اضافہ کرتا ہے جو بیماریوں کا باعث ہوسکتا ہے۔

سبز کیمیا، مختصر طور پر لاگت کے اعتبار سے ایک کارگر طریقہ ہے جس میں اشیاء، توانائی کی کھپت اور فضلاتی ماڈوں کے بننے میں کمی واقع ہوتی ہے۔

ذرا سوچیے

ایک انسان کی حیثیت سے اپنے ماحول کی حفاظت کے لیے ہماری ذمہ داری کیا ہے؟ کچھ تصورات، اگر منفرد انسانوں کے ذریعہ اپنائے جائیں تو انسانی زندگی اور بہتر ماحول کی سمت مدد کر سکتے ہیں۔ اپنے گھر یا لان میں ہمیشہ ایک کمپوسٹ باکس رکھیے جس میں اپنی کیاریوں اور پودوں کے لیے کھاد بنائیے تاکہ کیمیائی کھاد کا استعمال کم ہو سکے۔ جب آپ بازار سے گھر کا سامان، سبزیاں یا کچھ اور خریدنے جائیں تو اپنے ساتھ کپڑے کا تھیلا رکھیے اور دکاندار سے پلاسٹک کا تھیلا مت لیجیے۔ یہ دیکھیے کہ آپ کے علاقے میں اخبار، شیشے، ایلومینیم اور دوسری چیزیں ریسائکل کے لیے جاتی ہیں۔ ہمیں ان ڈیلروں کو تلاش کرنے میں دشواری ہو سکتی ہے۔ ہمیں یہ بھی سوچنا چاہیے کہ ہماری ہر مشکل کے لیے حل موجود نہیں ہوتے لیکن ہم ان معاملات پر مرکوز ہو سکتے ہیں جن کے بارے میں ہم سنجیدگی سے سوچتے ہیں اور اس کے بارے میں ہم کچھ کر سکتے ہیں۔ جو کچھ ہم کہتے ہیں اس پر عمل کرنے کی کوشش بھی کرنی چاہیے۔ ہمیشہ یاد رکھیے کہ ماحول کا تحفظ ہم سے ہی شروع ہوتا ہے۔

خلاصہ

ماحولیاتی کیمیا ماحول میں ایک اہم کردار ادا کرتی ہے۔ کیمیائی انواع جو ماحول میں پائی جاتی ہیں وہ یا تو قدرتی طور پر پائی جاتی ہیں یا انسانی سرگرمیوں سے پیدا ہوتی ہیں۔ **ماحولیاتی آلودگی** ہمارے اطراف میں ناپسندیدہ تبدیلیوں کے اثرات سے ہوتی ہے جن کے پودوں، جانوروں اور انسانوں پر مضر اثرات ہوتے ہیں۔ پالیوٹینٹ مادّے کی تینوں حالتوں میں پائے جاتے ہیں۔ ہم نے صرف ان پالیوٹینٹ پر بحث کی ہے جو انسانی سرگرمیوں کی وجہ سے پیدا ہوتی ہیں اور ان پر قابو پایا جاسکتا ہے۔ فضائی آلودگی کا مطالعہ عام طور پر **ٹروپواسفیرک** اور **اسٹریٹوسفیرک آلودگی** کے طور پر کیا جاتا ہے۔ ٹروپواسفیر کرۂ باد کا سب سے نچلا حصّہ ہوتا ہے (~10 km) جس میں انسان، دوسرے جانداروں اور پیڑ پودے پائے جاتے ہیں۔ اسٹریٹواسفیر سطح سمندر سے تقریباً 50 km اونچائی تک پایا جاتا ہے۔ اسٹریٹواسفیر کی اہم جُز اوزون پرت ہوتی ہے۔ ٹروپوسفیرک آلودگی بنیادی طور پر سلفر، نائٹروجن، کاربن، ہیلوجن کے مختلف آکسائڈ اور دوسرے ذرّاتی پالیوٹینٹ کی وجہ سے ہوتی ہے۔ گیسی آلودگیاں زمین پر **تیزابی بارش** کی شکل میں ہوتی ہیں۔ زمین کی سطح تک پہنچنے والی شمسی توانائی کا 75% زمین جذب کرتی ہے اور باقی توانائی فضا میں واپس چلی جاتی ہے۔ یہ گیسیں جن کا ذکر اوپر کیا گیا ہے حرارت کو روک لیتی ہیں جس کی وجہ سے **گلوبل وارمنگ** بڑھتی ہے۔ یہ احساس بھی ضروری ہے کہ یہی گیسیں زمین پر زندگی کے لیے بھی ذمہ دار ہوتی ہیں کیونکہ وہ زندگی کی بقا کے لیے ضروری مقدار میں شمسی توانائی کو بھی روکتی ہیں۔ **سبز گھر گیسوں** میں اضافہ زمین کی فضا کے درجۂ حرارت کو بھی بڑھا رہا ہے۔ اگر اس پر قابو نہیں پایا گیا تو اس کے نتیجے میں آخر کار قطبین کی برف پگھل جائے گی جس کے نتیجے میں سمندر کے ساحلی علاقے غرق ہو جائیں گے۔ بہت سی انسانی سرگرمیاں کیمیائی مرکبات پیدا کرتی ہیں جو اسٹریٹواسفیر میں **اوزون پرت** کے پتلا ہونے کے لیے ذمہ دار ہیں جس کی وجہ سے **اوزون سوراخ** پیدا ہو گیا ہے۔ اوزون کے ذریعہ، UV اشعاع زمین کی فضا میں داخل ہو سکتا ہے جس کی وجہ سے جنین میں خرابیاں (تبدیلیاں) پیدا ہو سکتی ہیں۔ پانی، زندگی کے لیے آبِ حیات ہے، لیکن یہی پانی، جب مرض آفریں خورد عضویوں، نامیاتی آلودگی، زہریلی بھاری دھاتیں، پیسٹی سائڈز وغیرہ سے آلودہ ہو جاتا ہے تو زہر میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ لہٰذا ہمیں پینے کے پانی کی صفائی کی سطح کو برقرار رکھنے کے لیے بین الاقوامی معیار پر عمل کرنے کی ضرورت ہے۔ صنعتی فضلات اور گھن مار کے زیادہ استعمال کے نتیجے میں زمین اور آبی ذرائع کی آلودگی بڑھتی ہے۔ زراعتی کاموں کے لیے کیمیائی مادّوں کا منصفانہ استعمال قائم رہنے والی ترقی کی سمت لے جاتا ہے۔ **ماحولیاتی آلودگی پر قابو رکھنے کی حکمت عملیاں** اس طرح ہو سکتی ہیں (i) فضلہ کا انتظام: یعنی فضلاتی مادہ کو کم کرنا اور اس کا مناسب تصفیہ کرنا، اشیا اور توانائی کی ری سائکلنگ (Recycling) (ii) روز مرّہ کی زندگی میں ایسے طریقوں کا استعمال جس کی وجہ سے ماحولیاتی آلودگی میں کمی واقع ہو۔ دوسرا طریقہ علمِ کیمیا کی ایک نئی شاخ ہے جو ابھی اپنے ابتدائی دور (طفلی عہد) میں ہے اور یہ **سبز کیمیا (Green Chemistry)** کہلاتی ہے۔ یہ موجودہ علم اور روایات کو اس طرح استعمال کرتی ہے کہ پالیوٹینٹ کی پیداوار میں کمی واقع ہو سکے۔

مشقیں

14.1 ماحولیاتی کیمیا کی تعریف بیان کیجیے۔

14.2 100 الفاظ میں ٹروپواسفیر کی آلودگی کی وضاحت کیجیے۔

14.3 کاربن مونو آکسائڈ گیس، کاربن ڈائی آکسائڈ گیس سے زیادہ خطرناک ہوتی ہے۔ کیوں؟

14.4 ان گیسوں کی فہرست بنایئے جو سبز گھر اثرا کے لیے ذمہ دار ہیں۔

14.5 ہندوستان میں مجسمے اور تاریخی عمارتیں تیزابی بارش سے متاثر ہوتی ہیں۔ کیسے؟

14.6 اسموگ کیا ہے؟ ایک عام اسموگ ضیا کیمیائی اسموگ سے کس طرح مختلف ہوتا ہے؟

14.7 ضیا کیمیائی اسموگ بننے میں ہونے والے تعاملات لکھیے۔

14.8 ضیا کیمیائی اسموگ کے نقصان دہ اثرات کیا ہیں اور ان پر کس طرح قابو پایا جاسکتا ہے؟

14.9 اسٹریٹوسفیئر میں اوزون پرت کے پتلا ہونے میں شامل تعاملات کیا ہیں؟

14.10 اوزون سوراخ سے آپ کیا سمجھتے ہیں؟ اس کے نتائج کیا ہیں؟

14.11 آبی آلودگی کی خاص وجوہات کیا ہیں؟ وضاحت کیجیے۔

14.12 کیا آپ نے اپنے گردوپیش میں آبی آلودگی دیکھی ہے؟ اسے قابو میں کرنے کے لیے آپ کون سے اقدامات تجویز کریں گے؟

14.13 بایوکیمیکل آکسیجن ڈیمانڈ (BOD) سے آپ کیا سمجھتے ہیں؟

14.14 کیا آپ نے اپنے پڑوس میں مٹی کی آلودگی دیکھی ہے؟ آپ مٹی (زمین) کی آلودگی کو روکنے کے لیے کیا کوشش کریں گے؟

14.15 گھن مار اور نباتات کش کیا ہیں؟ مثالوں کے ساتھ وضاحت کیجیے۔

14.16 سبز کیمیا سے آپ کیا سمجھتے ہیں؟ یہ ماحولیاتی آلودگی کو کم کرنے میں کس طرح مدد کرتی ہے؟

14.17 کیا ہوسکتا تھا اگر سبز گھر گیسیں زمین کے کرّہ ہوا (فضا) سے مکمل غائب رہتیں؟

14.18 بحث کیجیے کہ ایک جھیل میں مچھلیوں کی ایک بڑی تعداد مردہ تیرتی ہوئی پائی گئی۔ زہریلے مادّوں کو اس میں پھینکے جانے کا کوئی ثبوت آپ کو نہیں ملتا لیکن آپ کو فائٹو پلانکٹن کی فراوانی ملتی ہے۔ مچھلیوں کے خاتمے کی وجوہات تجویز کیجیے۔

14.19 گھریلو فضلہ استعمال کھاد کی شکل میں کس طرح کیا جاسکتا ہے؟

14.20 اپنے کھیت یا باغ کے لیے آپ نے ایک کمپوسٹ تیار کرنے والا گڑھا بنایا ہے۔ ایک اچھی پیداوار کے لیے فضلاتی مادوں کی ریسائکلنگ، بدبو اور مکھیوں کو مدِ نظر رکھتے ہوئے اس عمل کی وضاحت کیجیے۔

کچھ منتخب مسائل کے جوابات

اکائی 8

8.25 15 g

اکائی 12

12.32 تشکیل ہوئی کاربن ڈائی آکسائڈ کی کمیت = 0.505 g

تشکیل ہوئے پانی کی کمیت = 0.864 g

12.33 نائٹروجن کی فیصد=56

12.34 کلورین کی فی صد = 37.57

12.35 سلفر کی فی صد = 19.66

اکائی 13

13.1 دو $\dot{C}H_3$ آزاد ریڈیکل (Radicals) کے اتحاد (Combination) کے ذریعے آخری قدم میں ذیلی تعامل کی وجہ ہے۔

13.2 (a) 2-Methyl but-2-ene (b) Pent-1-ene-3-yne

(c) Buta-1, 3-diene (d) 4-Phenylbut-1-ene

(e) 2-Methylphenol (f) 5-(2-Methylpropyl) decane

(g) 4-Ethyldeca –1,5,8- triene

13.3 (a) (i) $CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$ But-1-ene

(ii) $CH_3 - CH_2 = CH - CH_3$ But-2-ene

(iii) $CH_2 = C(CH_3) - CH_3$ 2-Methylpropene

(b) (i) $HC \equiv C - CH_2 - CH_2 - CH_3$ Pent-1-yne

(ii) $CH_3 - C \equiv C - CH_2 - CH_3$ Pent-2-yne

(iii) $CH_3 - CH(CH_3) - C \equiv CH$ 3-Methylbut-1-yne

13.4 (i) Ethanal and propanal (ii) Butan-2-one and pentan-2-one

(iii) Methanal and pentan-3-one (iv) Propanal and benzaldehyde

13.5 3-Ethylpent-2-ene

13.6 But-2-ene

13.7 4-Ethylhex-3-ene

$$CH_3 - CH_2 - \underset{\displaystyle CH_2 - CH_3}{\underset{|}{C}} = CH - CH_2 - CH_3$$

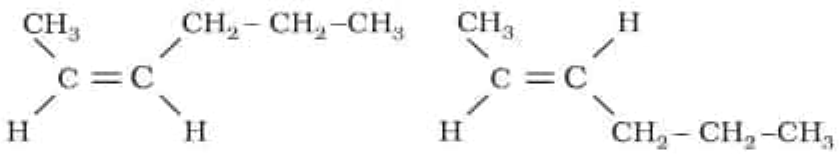
13.8 (a) $C_4H_{10}(g) + 13/2\ O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 4CO_2(g) + 5H_2O\ (g)$

(b) $C_5H_{10}(g) + 15/2\ O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 5CO_2(g) + 5H_2O\ (g)$

(c) $C_6H_{10}(g) + 17/2\ O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 6CO_2(g) + 5H_2O\ (g)$

(d) $C_7H_8(g) + 9O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 7CO_2(g) + 4H_2O\ (g)$

13.9



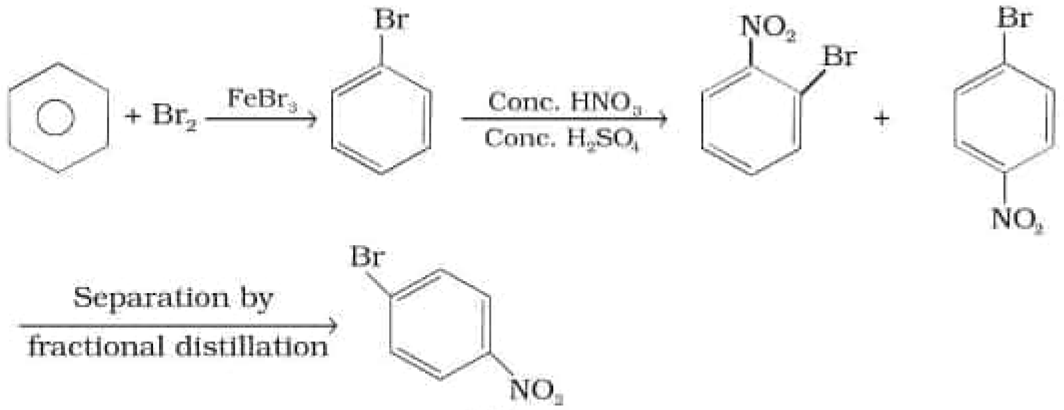
cis-Hex-2-ene *trans*-Hex-2-ene

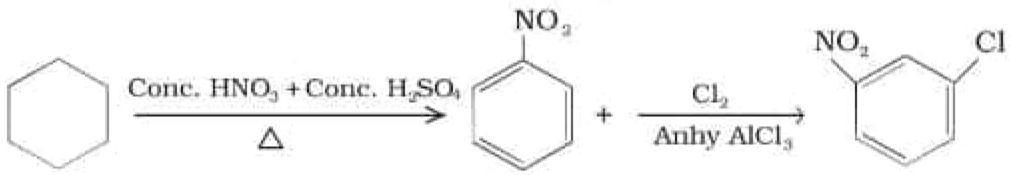
cis شکل کا نقطہ جوش مقابلتاً زیادہ ہوگا کیونکہ اس کی فطرت مقابلتاً زیادہ قطبی ہے، جس کی وجہ سے بین سالماتی ڈائی پول-ڈائی پول باہمی عمل زیادہ طاقتور ہے اور اس لیے انہیں علیحدہ کرنے کے لیے زیادہ حرارت درکار ہے۔

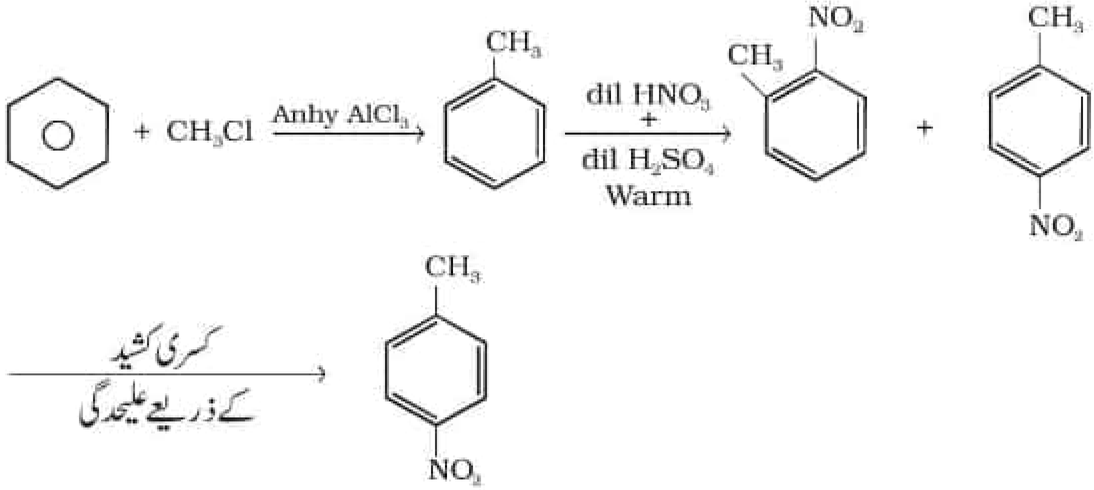
13.10 گمک کی وجہ سے۔

13.11 سطحی (Planer)، مزدوج حلقہ نظام، معہ π (4n +2) الیکٹرانوں کی غیر مقامیت جہاں n ایک صحیح عدد ہے۔

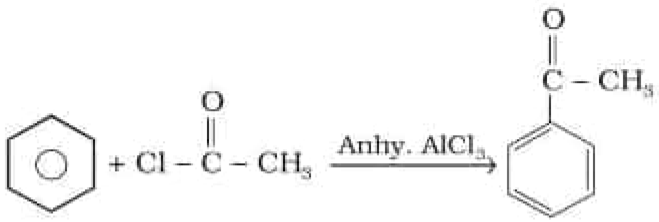
13.12 سائیکلی نظام میں π (4n +2) الیکٹرانوں کے Delocalisation کی کمی کی وجہ سے۔



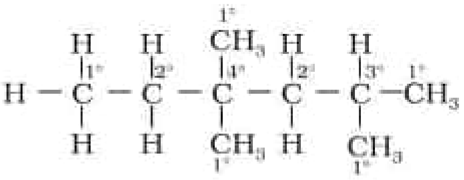




(iv)



13.14



H 15، 1° کاربنوں سے منسلک ہے

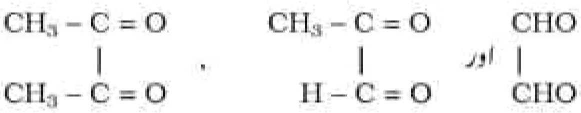
H 4، 2° کاربنوں سے منسلک ہے

H 1، 3° کاربنوں سے منسلک ہے۔

13.15 الکین میں جتنی شاخیں زیادہ ہوں گی، نقطہ جوش اتنا ہی کم ہوگا۔

13.16 کتاب میں غیر متشاکل الکین میں HBr کا جمع تعامل دیکھیے۔

13.17

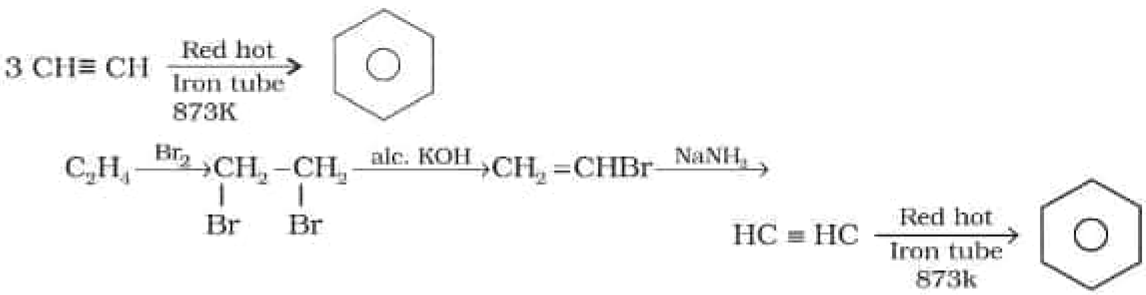


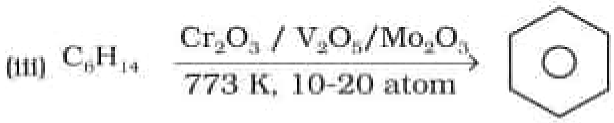
یہ تینوں ماحصلات Kekule کی ساختوں میں کسی ایک سے حاصل نہیں کیے جا سکتے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ بینزین دو گمک کرری ساختوں کی ایک گمک مخلوط ہے۔

13.18 $H-C\equiv C-H > C_6H_6 > C_6H_{14}$ ایتھائن میں سب سے زیادہ (50 فی صدی) s اربٹل خاصیت کی وجہ سے جو بینزین میں 33 فی صدی اور *n*-hexane میں 25 فی صدی ہے۔

13.19 6π الیکٹرانوں کی موجودگی کی وجہ سے بینزین الیکٹرانوں سے بھرپور ذریعہ کی طرح طرزِ عمل کا اظہار کرتی ہے اور اس لیے جس ریجنٹ میں الیکٹرانوں کی کمی ہوتی ہے وہ اس سے پرزور تعامل کرتی ہیں۔

13.20





13.21 $CH_2 = C(CH_3) - CH_2 - CH_3$ 2-Methylbut-1-ene

$CH_3 - C(CH_3) = CH - CH_3$ 2-Methylbut-2-ene

$CH_3 - CH(CH_3) - CH = CH_2$ 3-Methylbut-1-ene

13.22 (a) Chlorobenzene > *p*-nitrochlorobenzene > 2,4 – dinitrochlorobenzene

(b) Toluene > *p*-$CH_3 - C_6H_4 - NO_2$ > *p*-$O_2N - C_6H_4 - NO_2$

13.23 میتھائل گروپ کی الیکٹران دینے کی فطرت کی وجہ سے Toleune کا نائٹریشن (Nitration) سب سے آسانی سے ہوتا ہے۔

13.24 $FeCl_3$

13.25 ذیلی ماحصلات کی تشکیل کی وجہ سے مثلاً 1-bromopropane اور 1-bromobutane سے شروع کرتے ہوئے، ہیپٹین (Heptane) کے علاوہ، ہیکسین (Hexane) اور آکٹین (Octane) ذیلی ماحصلات ہیں۔

انڈیکس

K

L

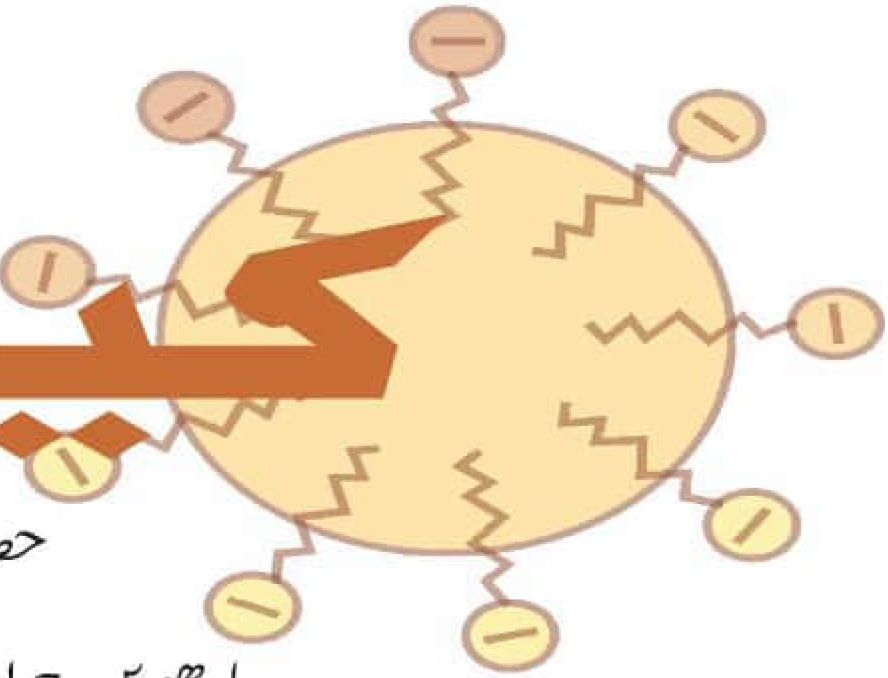
M

N

O

P

کیمیا



حصہ اوّل

بارھویں جماعت کی درسی کتاب

جامعہ ملیہ اسلامیہ، نئی دہلی

نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ

2019-20

Keemiya Part-I (Chemistry Part-I)
Text book for Class XII

ISBN 81-7450-739-6

پہلا اردو ایڈیشن

اپریل 2007 بیساکھ 1929

دیگر طباعت

نومبر 2013 اگہن 1935

مئی 2019 ویشاکھ 1941

PD 1H SPA

این سی ای آر ٹی کے پبلی کیشن ڈویژن کے دفاتر

این سی ای آر ٹی کیمپس
شری اروندو مارگ
نئی دہلی - 110016 فون 011-26562708

108,100 فٹ روڈ ہوسڈے کیرے ہیلی
ایکسٹینشن بناشنکری III اسٹیج
بنگلورو - 560085 فون 080-26725740

نوجیون ٹرسٹ بھون
ڈاک گھر، نوجیون
احمد آباد - 380014 فون 079-27541446

سی ڈبلیو سی کیمپس
بمقابل دھانکل بس اسٹاپ، پانی ہاٹی
کولکاتا - 700114 فون 033-25530454

سی ڈبلیو سی کامپلیکس
مالی گاؤں
گواہاٹی - 781021 فون 0361-2674869

قیمت: ₹ ??.00

اشاعتی ٹیم

ہیڈ، پبلی کیشن ڈویژن	:	محمد سراج انور
چیف ایڈیٹر	:	شویتا اُپّل
چیف پروڈکشن آفیسر	:	ارون چتکارا
چیف بزنس منیجر	:	بیباش کمار داس
ایڈیٹر	:	سید پرویز احمد
پروڈکشن آفیسر	:	عبدالنعیم

این سی ای آر ٹی واٹر مارک 80 جی ایس ایم کاغذ پر شائع شدہ

سکریٹری، نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ، شری اروندو مارگ، نئی دہلی نے

میں

چھپوا کر پبلی کیشن ڈویژن سے شائع کیا۔

پیش لفظ

قومی درسیات کا خاکہ — 2005' میں سفارش کی گئی ہے کہ بچّوں کی اسکول کی زندگی، ان کی باہر کی زندگی سے ہم آہنگ ہونی چاہیے۔ یہ زاویۂ نظر، کتابی علم کی اس روایت کی نفی کرتا ہے جس کے باعث آج تک ہمارے نظام میں گھر اور سماج کے درمیان فاصلے حائل ہیں۔ نئے قومی درسیات کے خاکے پر مبنی نصاب اور درسی کتابیں اسی بنیادی خیال پر عمل آوری کی ایک کوشش ہے۔ اس کوشش میں مختلف مضامین کو ایک دوسرے سے الگ رکھنے اور رٹ کر پڑھنے کے طریقۂ کار کی حوصلہ شکنی بھی شامل ہے۔ ہمیں امید ہے کہ ان اقدامات سے قومی تعلیمی پالیسی 1986 میں مذکور 'تعلیم کے طفل مرکوز نظام' کی طرف مزید پیش رفت ہوگی۔

اس کوشش کی کامیابی کا انحصار اس پر ہے کہ اسکولوں کے پرنسپل اور اساتذہ بچّوں میں اپنے تاثرات خود ظاہر کرنے اور ذہنی سرگرمیوں اور سوالوں کے ذریعے سیکھنے کی ہمت افزائی کریں۔ ہمیں یہ ضرور تسلیم کرنا چاہیے کہ بچوں کو اگر موقع، وقت اور آزادی دی جائے تو وہ بڑوں سے حاصل شدہ معلومات سے وابستہ ہو کر نئی معلومات مرتب کرتے ہیں۔ آموزش کے دوسرے ذرائع اور محل وقوع کو نظر انداز کرنے کے بنیادی اسباب میں سے ایک اہم سبب مجوزہ درسی کتاب کو امتحان کے لیے واحد ذریعہ بنانا ہے۔ بچوں کے اندر تخلیقی صلاحیت اور پیش قدمی کے رجحان کو فروغ دینا اسی وقت ممکن ہے جب ہم آموزشی عمل میں بچوں کو بحیثیت شریک کار قبول کریں اور اُن سے اسی طرح پیش آئیں۔ انھیں محض مقررہ معلومات کا پابند نہ سمجھیں۔

یہ مقاصد اسکول کے معمولات اور طریقۂ کار میں معقول تبدیلی کا مطالبہ کرتے ہیں۔ روزمرہ نظام الاوقات (Time-Table) میں لچیلا پن اُسی قدر ضروری ہے جتنی کہ سالانہ کیلنڈر کے نفاذ میں سخت محنت کی تاکہ مطلوبہ ایام کو حقیقتاً تدریس کے لیے وقف کیا جاسکے۔ تدریس اور اندازۂ قدر کے طریقوں سے بھی اس امر کا تعین ہوگا کہ یہ درسی کتاب، بچوں میں ذہنی تناؤ اور اکتاہٹ کا ذریعہ بننے کے بجائے ان کی اسکولی زندگی کو خوش گوار بنانے میں کس حد تک مؤثر ثابت ہوتی ہے۔ نصابی بوجھ کے مسئلے کو حل کرنے کے لیے نصاب سازوں نے مختلف سطحوں پر معلومات کی تشکیلِ نو اور اسے نیا رخ دینے کی غرض سے بچوں کی نفسیات اور تدریس کے لیے دستیاب وقت پر زیادہ سنجیدگی کے ساتھ توجہ دی ہے۔ اس مخلصانہ کوشش کو مزید بہتر بنانے کے لیے یہ درسی کتاب سوچنے اور محسوس کرنے کی تربیت، چھوٹے گروپوں میں بحث ومباحثہ کرنے اور عملاً انجام دی جانے والی سرگرمیوں کو زیادہ اوّلیت دیتی ہے۔

این سی ای آر ٹی اس کتاب کے لیے تشکیل دی جانے والی ''کمیٹی برائے درسی کتاب'' کی مخلصانہ کوششوں کو شکر گزار ہے۔ کونسل سائنس اور ریاضی کے مشاورتی گروپ کے چیئرمین پروفیسر جے۔ وی۔ نارلیکر اور اس کتاب کے خصوصی صلاح کار بی۔ ایس۔ کھنڈیلوال، ڈائریکٹر دیشا انسٹی ٹیوٹ آف مینجمنٹ اینڈ ٹکنالوجی رائے پور چھتیس گڑھ کی شکر گزار ہے۔ اس درسی کتاب کی تیاری میں جن اساتذہ نے حصّہ لیا، ہم ان کے متعلقہ اداروں کے بھی شکر گزار ہیں۔ ہم ان سب ہی اداروں اور تنظیموں کا بھی شکریہ

ادا کرتے ہیں جنھوں نے اپنے وسائل، مآخذ اور عملے کی فراہمی میں فراخ دلی کا ثبوت دیا۔ہم وزارت برائے فروغ انسانی وسائل کے شعبے برائے ثانوی اور اعلیٰ ثانوی تعلیم کی جانب سے پروفیسر مرنال مری اور پروفیسر جی۔ پی۔ دیش پانڈے کی سربراہی میں تشکیل شدہ نگراں کمیٹی (مانیٹرنگ کمیٹی) کے اراکین کا بھی خصوصی شکریہ ادا کرتے ہیں جنھوں نے اپنا قیمتی وقت اور تعاون ہمیں دیا۔

ہم اس نصابی کتاب کے اردو ترجمے کی ذمے داری بخوبی انجام دینے کے لیے جامعہ ملیہ اسلامیہ نئی دہلی کے شکر گزار ہیں، خاص طور پر جامعہ ملیہ اسلامیہ کے وائس چانسلر پروفیسر مشیر الحسن اور محترمہ رخشندہ جلیل کے ممنون اور شکر گزار ہیں جنھوں نے مرکز برائے جواہر لعل نہرو اسٹڈیز، جامعہ ملیہ اسلامیہ کے آؤٹ ریچ پروگرام کے ذریعے اس عمل میں رابطہ کار کے فرائض بخوبی انجام دیے۔کونسل اس کتاب کے اردو ترجمے کے لیے شباہت حسین کی شکر گزار ہے۔ باضابطہ اصلاح اور اپنی اشاعت کے معیار کو مسلسل بہتر بنانے کے مقصد کی پابند ایک تنظیم کے طور پر این سی ای آر ٹی، تمام مشوروں اور آرا کا خیر مقدم کرتی ہے تاکہ کتاب کو مزید غور و فکر کے بعد اور زیادہ کارآمد اور بامعنی بنایا جاسکے۔

نئی دہلی
20 نومبر 2006

ڈائریکٹر
نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ

دیباچہ

علم کیمیا نے ہمارے سماج پر بڑا گہرا اثر ڈالا ہے۔اس کا بنی نوع انسان کی بہبود سے بڑا قریبی رشتہ ہے۔اس شعبۂ علم میں جو ترقیات ہوئی ہیں ان کی شرح بہت زیادہ ہے چنانچہ اس کے نصاب کے مرتبین مسلسل ایسی کاوشوں میں مصروف رہتے ہیں جن سے ان ترقیات اور نصاب کے درمیان ہم آہنگی پیدا ہوسکے۔اس کے علاوہ ان مرتبین نصاب کا ایک ہدف یہ بھی ہوتا ہے کہ طلبا اس نصاب کے ذریعے مستقبل میں پیشوائی کی ذمہ داریاں قبول کرسکیں اور اس علم کے فروغ میں اساسی تعاون دے سکیں۔موجودہ درسی کتاب اسی سمت میں ایک مخلصانہ کوشش ہے۔

اس درسی کتاب کا ڈھانچہ دو حصوں اور سولہ اکائیوں پر مشتمل ہے۔مختلف اکائیوں کے عنوانات (طبعی، نامیاتی اور غیرنامیاتی کیمسٹری) ایک دوسرے کے تتمہ کی حیثیت رکھتے ہیں اور آپ محسوس کریں گے کہ یہ بڑی حد تک ایک دوسرے سے وابستہ اور باہم مربوط ہیں۔مقصد یہی ہے کہ اس مضمون کی تقسیم کے لیے ایک مربوط روش اپنائی جاسکے۔ درسی مشمولات کو پیش کرتے وقت ایسی روش اختیار کی گئی ہے جس سے طلبا میں رٹنے کی حوصلہ افزائی نہ ہو۔مشمولات ومضامین کیمسٹری کے اصول وقوانین کی اساس پر ہی مرتب کیے گئے ہیں۔طلبا ان اصول وقوانین پر دسترس حاصل کرکے اس نقطہ پر پہنچ سکتے ہیں جہاں سے وہ خود یہ بتاسکیں گے کہ اب کیا آنے والا ہے۔

اس امر کی کوشش کی گئی ہے کہ تاریخی ارتقا اور اس مضمون کی ہماری زندگی کی اہمیت کے حوالے سے اس کو دلچسپ اور طلبا میں ذوق وشوق پیدا کرنے والا بنایا جائے۔آس پاس کے ماحول سے مثالیں دے کر متن کی توضیح وتشریح کی گئی ہے تاکہ تصورات کے پہلوؤں کی تفہیم وادراک کو آسان بنایا جاسکے۔تمام کتاب میں S1 اکائیوں میں طبعی اعداد وشمار دیے گئے ہیں تاکہ مختلف خاصیتوں کا موازنہ آسان ہوجائے۔ عام سسٹم کے ساتھ ساتھ ناموں میں IUPAC سسٹم بھی استعمال کیا گیا ہے۔کیمیکل مرکبات کے ساختی فارمولے بھی جو مختلف رنگوں میں فنکشنل کو آرڈی نیٹنگ گروپوں میں دکھاتے ہیں، جو الیکٹرانک سسٹم کے استعمال کے ذریعے پیش کیے گئے ہیں۔ ہر اکائی میں مثالوں کی تعداد اچھی خاصی ہے جن سے مضمون کی وضاحت میں بہت مدد ملتی ہے۔متن پر مبنی سوالات کے جوابات بھی دیے گئے ہیں۔اکائی کے آخر میں ان میں سے کچھ سوالات کے جوابات بھی شامل کیے گئے ہیں۔اکائی کے آخر میں دی گئی مشقیں اس طرح ترتیب دی گئی ہیں کہ اہم اصولوں کا اطلاق بھی ہوجائے اور مسائل کو حل کرنے کے عمل میں غوروفکر کی عادت بھی پیدا ہوجائے۔کچھ مشقوں کے جوابات کتاب کے آخر میں دیے گئے ہیں۔

مواد کے تنوع کے اعتبار سے دیکھیں تو باکسوں کے اندر گہری پیلی پٹیوں کے مدد سے موضوع سے متعلق اضافی معلومات بھی دی گئی ہے اس کے علاوہ کچھ سائنس دانوں کے سوانحی خاکے بھی دیے گئے ہیں۔گہری پیلی پٹیوں والے باکسوں میں جو مواد پیش کیا گیا ہے اس سے موضوع کو مزید تقویت ملے گی البتہ یہ مواد غیرامتحانی ہوگا۔زیادہ کامپلیکس مرکبات کی کچھ ساختیں جو اس کتاب میں شامل کی گئی ہیں وہ اس لیے ہیں تاکہ طلبا کیمسٹری کو بہتر طور پر سمجھ سکیں چونکہ ان کے دوبارہ بیان کرنے سے رٹنے کی عادت کو فروغ مل سکتا ہے اس لیے یہ حصہ بھی غیرامتحانی ہے۔

مطلق معلومات کا حصہ خاصا کم کر دیا گیا ہے اور جو حصہ ہے اس کو حقائق سے ثابت اور مدلل کیا گیا ہے۔ بہر حال طلبا کے لیے ضروری ہے کہ وہ کمرشیل اہمیت کے حامل کیمیکلز سے، ان کے طریقۂ مینوفیکچرنگ سے اور ان کے خام مال کے ذرائع سے واقف ہو جائیں۔ اس قسم کے مرکبات کی ساخت اور ان کے عمل ورد عمل کو ذہن میں رکھتے ہوئے ان کے بیان کو دلچسپ بنانے کی کوشش کی گئی ہے۔ حرکیات (Thermodynamics) تحرکیات (Kinetics) اور الیکٹرو کیمیاوی پہلوؤں کا کیمیکل تعاملوں پر اطلاق کیا گیا ہے۔ اس سے طلبا کو یہ بات سمجھنے میں مدد ملے گی کہ ایک مخصوص تعامل کیوں واقع ہوتا ہے اور پروڈکٹ کی ایک مخصوص خاصیت کیوں ظہور پذیر ہوتی ہے۔

آج کل ماحولیات اور توانائی کے ان مسائل کے بارے میں بہت بیداری پائی جاتی ہے جن کا براہ راست علم کیمیا سے تعلق ہے۔ ایسے مسائل کو خاص طور پر اجاگر کیا گیا ہے اور اس کتاب میں مناسب مقامات پر ان کے بارے میں گفتگو کی گئی ہے۔

این سی ای آر ٹی نے ماہرین کی ایک ٹیم تشکیل دی تھی۔ اس ٹیم نے اس کتاب کا مسودہ تیار کیا ہے۔ مجھے اس ٹیم کے ان تمام ارکان کا شکریہ ادا کرتے ہوئے خوشی محسوس ہو رہی ہے جنھوں نے مجھے اس سلسلے میں اپنا قیمتی تعاون دیا۔ اس کتاب کو موجودہ شکل دینے میں جن ایڈیٹرس نے جدوجہد کی ہے اور اپنا قیمتی تعاون دیا ہے، میں ان کا بھی شکر گزار ہوں۔ میں پروفیسر برھم پرکاش کا بھی بے انتہا شکر گزار ہوں جنھوں نے نہ صرف تمام پروگرام کی سرپرستی کی بلکہ اس کتاب کی تحریر و تدوین میں ایک اہم کردار ادا کیا۔ وہ تمام اساتذہ اور ماہرین موضوع بھی شکریے کے مستحق ہیں جنھوں نے ورکشاپوں میں اس کتاب پر نظر ثانی کی اور اپنا گراں قدر تعاون دیا۔ ان کے تعاون سے یہ کتاب طلبہ کے لیے سود مند اور مفید بنی۔ میں این سی ای آر ٹی کے تمام ٹیکنیکل اور ایڈمنسٹریٹو اسٹاف کا بھی تہہ دل سے شکر گزار ہوں جنھوں نے اس پورے عمل میں اپنے بھرپور تعاون دینے سے دریغ نہیں کیا۔

اس درسی کتاب کی تیاری کے پروگرام کی پوری ٹیم امید کرتی ہے کہ یہ کتاب اپنے قارئین میں ذوق وشوق پیدا کرے گی۔ ان میں جوش و ولولہ بیدار کرے گی اور مضمون سے ان کی دلچسپی بڑھانے کا موجب ہوگی۔ اس بات کی خاص طور پر کوشش کی گئی ہے کہ یہ کتاب جب طبع ہو تو اس میں کوئی غلطی نہ رہے۔ پھر بھی اس قسم کے پیچیدہ موضوع پر کتاب میں غلطیوں کا در آنا ناگزیر ہوتا ہے۔ ہمیں امید ہے کہ ایسی صورت میں ہمارے قاری نشان دہی کر کے ہماری رہنمائی کریں گے تاکہ اصلاح کے لیے ضروری قدم اٹھا سکیں۔

بی ایل کھنڈیلوال
خصوصی صلاح کار
کمیٹی برائے درسی کتاب

کمیٹی برائے درسی کتاب

چیئر پرسن، کمیٹی برائے درسی کتب سائنس اور ریاضی

جے۔وی۔نرلیکار، پروفیسر، ایمرٹس، چیئرمین، صلاح کار کمیٹی، انٹر یونیورسٹی سینٹر برائے ایسٹرونومی اینڈ ایسٹروفزکس (IUCCA)، گنیش کھنڈ، پونہ یونیورسٹی، پونے

خصوصی صلاح کار

بی۔ایل۔کھنڈیلوال، پروفیسر، ڈائریکٹر، دیشا انسٹی ٹیوٹ آف مینجمنٹ اینڈ ٹکنالوجی، رائے پور، چھتیس گڑھ، سابق چیئرمین، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، نئی دہلی

اراکین

اے۔ایس۔برار، پروفیسر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، دہلی

اے۔کیو۔کانٹرکٹر، پروفیسر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، پوائی، ممبئی

الکا مہروترا، ریڈر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

انجنی کول، لیکچرر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

برھم پرکاش، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

آئی پی اگروال، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، این سی ای آر ٹی، بھوپال

کے۔کے۔ارورا، ریڈر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، ذاکر حسین کالج، دہلی یونیورسٹی، نئی دہلی

کے۔این اپادھیائے، صدر (ریٹائرڈ)، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، رام جس کالج، دہلی یونیورسٹی، نئی دہلی

کویتا شرما، لیکچرر، ڈی ای ای، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

ایم۔پی۔مہاجن، پروفیسر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، گرونانک دیو یونیورسٹی، امرتسر، پنجاب

ایم۔ایل اگروال، پرنسپل (ریٹائرڈ)، کیندریہ ودھیالیہ، جے پور، راجستھان

پورن چند، پروفیسر، جوائنٹ ڈائریکٹر (ریٹائرڈ)، سی آئی ای ٹی، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

آر اے ورما، نائب پرنسپل، شہید نبست کمار بسواس سرودے ودھیالیہ، سول لائنس، نئی دہلی

آر کے ورما، پروفیسر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، مگدھ یونیورسٹی، بہار

آر کے پراشر، لیکچرر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

آر ایس سندھو، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

ایس کے گپتا، اسکول آف اسٹڈیز ان کیمسٹری، جیواجی یونیورسٹی، گوالیر

ایس کے ڈوگرا، پروفیسر، ڈاکٹر بی آر امبیڈکر سینٹر فار بایومیڈیکل ریسرچ، دہلی یونیورسٹی، دہلی
سربجیت سچدیوا، پی جی ٹی (کیمسٹری)، سینٹ کولمبس اسکول، نئی دہلی
ایس۔ بدھوار، لیکچرر، ڈی ڈیلی کالج، اندور، ایم۔ پی
وی۔ این۔ پاٹھک، پروفیسر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، جے پور یونیورسٹی، راجستھان
وجے سارداء ریڈر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، ذاکر حسین کالج، دہلی یونیورسٹی، نئی دہلی
وی۔ کے۔ ورما، پروفیسر (ریٹائرڈ)، انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، بنارس ہندو یونیورسٹی، وارانسی، یو پی
وی۔ پی۔ گپتا، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، این سی ای آر ٹی، بھوپال، ایم پی

ممبر کوآرڈی نیٹر

برہم پرکاش، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

اظہارِ تشکر

این سی ای آر ٹی ان تمام افراد اور اداروں کی سپاس گزار ہے اور ان کے گراں مایہ تعاون کو بہ نظر تحسین دیکھتی ہے جنھوں نے بارھویں کلاس کی اس درسی کتاب کی تیاری میں حصہ لیا ہے یا اس میں معاونت کی ہے۔ این سی ای آر ٹی ان تمام اساتذہ اور ماہرین مضمون (علم کیمیا) کی بھی بے حد ممنون و سپاس گزار ہے جنھوں نے ورکشاپوں میں شرکت فرمائی، مسودہ پر نظر ثانی کی اور مفید مشوروں سے نوازا۔ ان حضرات کے اسمائے گرامی اس طرح ہیں۔ ڈاکٹر ڈی ایس راوت، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری دہلی یونیورسٹی؛ ڈاکٹر مہیندر ناتھ، ریڈر، کیمسٹری ڈپارٹمنٹ، دہلی یونیورسٹی، دہلی؛ ڈاکٹر سلیکھ چندرا، ریڈر، ذاکر حسین کالج، نئی دہلی؛ محترمہ ایتا کے۔ (پی جی ٹی، کیمسٹری)، ودھیالیہ نمبر 3، پٹیالہ کینٹ (پنجاب) پروفیسر، جی۔ ٹی۔ بھانڈ گے، پروفیسر اور صدر ڈی ای ایس ایم، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، میسور؛ ڈاکٹر نیتی مشرا، سینئر لیکچرر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، آچاریہ نریندر دیو کالج، نئی دہلی؛ ڈاکٹر ایس۔ پی۔ ایس۔ مہتا، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، کماؤں یونیورسٹی، نینی تال؛ (اترآنچل)، ڈاکٹر این۔ وی۔ ایس۔ نائڈو، اسسٹنٹ پروفیسر ان کیمسٹری، ایس وی یو کالج آف میتھمیٹکس اینڈ فزیکل سائنس، ایس۔ وی۔ یونیورسٹی، تیروپتی (آندھرا پردیش)؛ ڈاکٹر اے سی۔ ہانڈا، ہندو کالج، دہلی یونیورسٹی، دہلی؛ ڈاکٹر اے۔ کے۔ وششٹھا، جی۔ بی۔ ایس۔ ایس۔ ایس۔ جعفر آباد، دہلی؛ ڈاکٹر چرنجیت کور، ہیڈ، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، سری ستیہ سائی کالج فار وومن، بھوپال، (مدھیہ پردیش)؛ محترمہ الکا شرما، پی جی ٹی، کیمسٹری، ایس۔ ایل۔ ایس، ڈی اے وی پبلک اسکول، موسم وہار، دہلی؛ ڈاکٹر ایچ ایچ ترپاٹھی، ریڈر، ریٹائرڈ ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، بھونیشور؛ شری سی بی سنگھ، پی جی ٹی (کیمسٹری) کیندریہ ودھیالیہ نمبر 2 دہلی کینٹ، دہلی؛ ڈاکٹر سنیتا ہڈا، آچاریہ نریندر دیو کالج، دہلی یونیورسٹی، نئی دہلی؛

کونسل ایڈیٹوریل کمیٹی کے ممبران کی بھی ممنون ہے جنھوں نے مسودہ کی ایڈٹنگ میں اور اس کو موجودہ شکل دینے میں محنت کی۔

فہرست

یونٹ 1

ٹھوس حالت (The Solid State)

اونچے درجہ حرارت والے سپر کنڈکٹر،حیات دوست پلاسٹک، سلیکان چپس وغیرہ جیسی اکثر ٹھوس اشیا مستقبل میں سائنس کی ترقی اور توسیع میں اہم رول ادا کریں گی۔

اس سے قبل ہم جو کچھ مطالعہ کر چکے ہیں اس کے مطابق رقیق (Liquids) اور گیسوں کو سیال (Fluids) کہا جاتا ہے کیونکہ ان میں بہنے کی صلاحیت ہوتی ہے۔ مائع اور گیس دونوں حالتوں میں جو سیالیت (Fluidity) ہوتی ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ سالمات (Molecules) ادھر ادھر گھومنے میں آزاد ہوتے ہیں۔ اس کے برخلاف، ٹھوسوں میں ترکیبی ذرات کی پوزیشن معین یا فکسڈ (Fixed) ہوتی ہے اور وہ صرف اپنی وسطی (Mean) پوزیشنوں کے گرد ہی اہتزاز کر سکتے ہیں۔ اس بات سے ہمیں ٹھوسوں کی سختی (Rigidity) معلوم ہوجاتی ہے۔ یہ خاصیتیں ان ٹھوسوں کی ترکیبی ذرات کی نوعیت اور ان کے ذرات کے درمیان عامل بندشی قوتوں پر منحصر ہوتی ہیں۔ خاصیتوں اور ساخت کے درمیان ہم رشتگی، ایسے نئے ٹھوس میٹریل کی کھوج میں مدد کرتی ہے جن میں مطلوب خاصیتیں پائی جاتی ہیں۔ مثال کے طور پر کاربن نینوٹیوب نئے مادے ہیں جن میں یہ صلاحیت ہوتی ہے کہ وہ ایسے مادے فراہم کرسکیں جن کی قوت اسٹیل سے زیادہ ہو، جو المونیم سے ہلکی ہوں اور جن کی ایصالی قوت تانبہ سے زیادہ ہو۔ ایسی اشیا سائنس اور معاشرے کے مستقبل کے فروغ میں توسیعی (توضیحی) کردار ادا کر سکتے ہیں۔ کچھ دوسری چیزیں جن سے توقع کی جاتی ہے کہ وہ مستقبل میں اہم کردار ادا کریں گی ان میں اونچے درجہ کی حرارت والے سپر کنڈکٹروں (Superconductors)، مقناطیسی میٹریل پیکنگ کے لیے حیاتیاتی طور پر تنزل پذیر پولیمرس (Biodegradable Polymers) اور سرجیکل امپلانٹس (Surgical Implants) کے لیے حیاتیاتی طور پر مطیع ٹھوسوں (Biocompliant Solids) کا نام لیا جاسکتا ہے۔ لہٰذا اس حالت کا مطالعہ جدید تناظر میں زیادہ اہم ہوجاتا ہے۔

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہوجائیں گے کہ

- ٹھوس حالت کی عام خصوصیات بیان کرسکیں گے
- غیر قلمی (Amorphous) اور قلمی حالتوں کے درمیان امتیاز کرسکیں گے
- بندشی قوتوں کی نوعیت کی بنیاد پر قلمی (Crystalline) ٹھوسوں کی درجہ بندی کرسکیں گے
- قلم جالی (Crystal Lattice) اور یونٹ سیل کی تعریف بیان کرسکیں گے
- ذرات کی نزدیک پیکنگ کی وضاحت کرسکیں گے
- مختلف قسم کے خلاؤں (Voides) اور نزدیکی طور پر پیک شدہ ڈھانچوں (Close Packed Structures) کی وضاحت کرسکیں گے
- مختلف قسم کے مکعبی یونٹ سیلوں کی پیکنگ لیاقت (Packing efficiency) کی تحسیب کرسکیں گے
- کسی شے (Substance) کی کثافت کا اس کے یونٹ سیل کی خصوصیات کے ساتھ رشتہ بیان کرسکیں گے
- کسی ٹھوس میں پائی جانے والی کمیوں (Imprefections) اور خصوصیات پر ان کے اثرات کو بیان کرسکیں گے
- ٹھوسوں کی مقناطیسی اور برقی خاصیتوں اور ان کی ساختوں کے رشتے کو بیان کرسکیں گے۔

اس اکائی میں ہم ذرات کی مختلف امکانی ترتیبوں پر گفتگو کریں گے۔ مختلف قسم کی ساختیں اپنی ترتیبوں کا نتیجہ ہوتی ہیں۔ ہم اس بات کا بھی پتہ لگائیں گے کہ ساختی کمیوں (Structural Imperfections) کے سبب یا پھر بہت معمولی مقدار میں ملاوٹ کی موجودگی کی وجہ سے عام طور پر چھوٹے قلموں (Crystal) یہ ان کی خاصیتوں میں ترمیم ہو جاتی ہے۔

1.1 ٹھوس حالت کی عمومی خصوصیات (General Characteristics of Solid State)

گیارہویں کلاس میں ہم پڑھ چکے ہیں کہ کوئی بھی مادّہ تین حالتوں میں پایا جاسکتا ہے یعنی ٹھوس، مائع یا گیس کی حالت میں۔ دیئے گئے کسی خاص دباؤ اور خاص درجۂ حرارت کی صورت، کسی شے (Substance) کی ان میں سے کون سی حالت سب سے زیادہ قائم (Stable) ہوتی ہوگی اس کا انحصار مخالف عوامل (Opposing Factors) کے مجموعی اثر (Net Effect) پر ہے۔ یہ بین سالماتی قوتیں ہیں جن میں سالمات (یا ایٹموں یا آئنوں) کو ایک دوسرے سے قریب رکھنے کا رجحان ہوتا ہے اور حرارتی توانائی جن میں ان (سالمات) کو ایک دوسرے سے الگ رکھنے کا رجحان ہوتا ہے کیونکہ یہ توانائی ان سالمات کو تیز تر کر دیتی ہے۔ بہت کم درجۂ حرارت پر، حرارتی توانائی کم ہوتی ہے اور بین سالماتی قوتیں ان کو اتنا قریب لے آتی ہیں کہ وہ دوسرے سے چپٹ جاتے ہیں اور مقرر حالتوں (Fixed Positions) پر قبضہ کر لیتے ہیں۔ یہ اب بھی اپنی وسطی (Mean) حالت پر اہتزاز کر سکتے ہیں اور جب کہ شے (Substance) ٹھوس حالت میں باقی رہ سکتی ہے۔ ٹھوس حالت میں مندرجہ ذیل خصوصیات پائی جاتی ہیں:

(i) ان کی ایک طے شدہ کمیت ہوتی ہے، حجم ہوتا ہے اور شکل ہوتی ہے۔

(ii) بین سالماتی فاصلے کم ہوتے ہیں۔

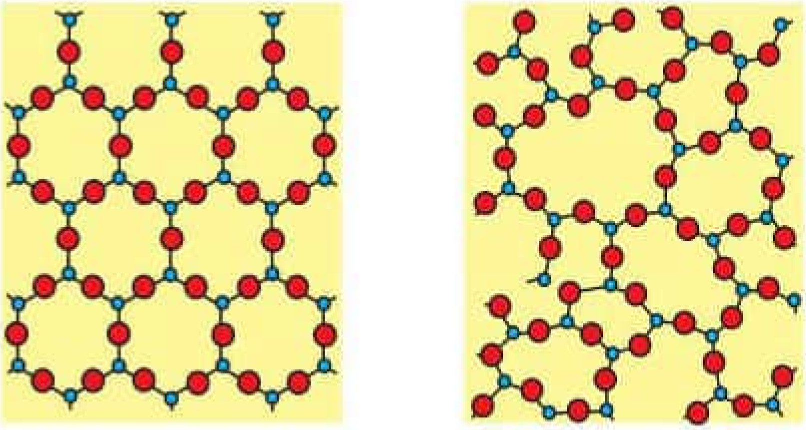
(iii) بین سالماتی قوتیں شدید ہوتی ہیں۔

(iv) ان کے ترکیبی ذرات (ایٹم، سالمے یا آین) کی پوزیشنیں مقرر ہوتی ہیں اور وہ اپنے وسطی مقامات پر اہتزاز کر سکتے ہیں۔

(v) وہ داب ناپذیر (Incompressible) اور سخت (Rigid) ہوتے ہیں۔

1.2 نقلمی اور قلمی ٹھوس (Amorphous and Crystalline Solids)

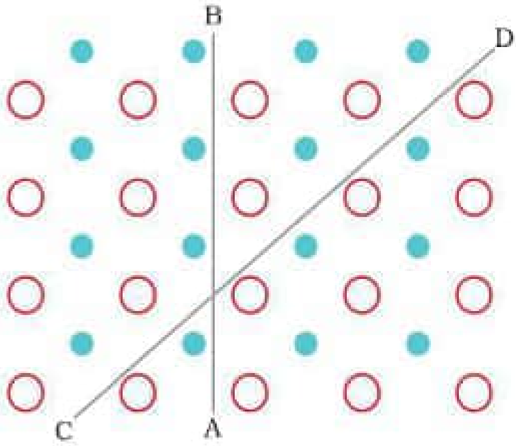
ٹھوسوں کے ترکیبی ذرات کی ترتیب میں جو الحام پایا جاتا ہے اس کی نوعیت کی بنا پر ہی ان کی درجہ بندی قلمی اور نقلمی میں کی گئی ہے۔ ایک قلمی ٹھوس عام طور پر چھوٹے قلموں (Crystals) کی بڑی تعداد پر مشتمل ہوتا ہے اور ان میں سے ہر قلم کی ایک متعین اور مخصوص جیومیٹریائی (Geometrical) شکل ہوتی ہے۔ ایک قلم کے اندر ترکیبی ذرات (ایٹم، سالمات یا آین) کی ترتیب ایک نظام کے تحت ہوتی ہے۔ اور یہ سہ ابعاد میں دہرائے جاتے ہیں اگر ہم قلم کے ایک حصہ میں اس ترتیب کا مطالعہ کریں تو ہم کسی بھی ذرّہ کے مقام کی، قلم کے کسی دوسرے حصہ میں بے کم وکاست پیشین گوئی کر سکتے ہیں۔ خواہ وہ مشاہدہ کرنے والی جگہ سے کتنی ہی دوری پر کیوں نہ ہو۔ اس طرح قلم اور اس کے وسیع نظام کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ ذرات کی ترتیب میں ایک مقررہ نمونہ (Regular Pattern) پایا جاتا ہے اور تمام قلم پر دوری کے اعتبار سے اس کی تکرار ہوتی رہتی ہے۔ سوڈیم کلورائڈ اور کوارٹز قلمی ٹھوس کی خصوصی مثالیں



شکل *1.1* : (a) کوارٹز اور (b) کوارٹز گلاس کی دوبعدی ساخت

ہیں۔شیشہ،ربر اور بہت سے پلاسٹک قلم نہیں بناتے جب ان کے رقیقوں کو ٹھنڈا کر کے ٹھوس میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ان کو نقلمی (Amorphouse) ٹھوس کہا جاتا ہے۔ایک نقلمی ٹھوس بے قاعدہ (Irregular) شکل کے ذرات پر مشتمل ہوتا ہے۔ایسے کسی ٹھوس میں، ترکیبی ذرات (ایٹم، سالمات یا آین) کی ترتیب کا نظام (Order) بہت محدود پیمانے پر ہوتا ہے۔اس قسم کی کسی ترتیب میں ایک باقاعدہ (Regular) اور دوری طور پر تکراری ترتیب (Pattern) کی صرف مختصر فاصلوں پر ہی نظر آتی ہے۔باقاعدہ ترتیب بکھرے ہوئے یا منتشر ہوتے ہیں اور ان کے درمیان ترتیب غیر منظم (Disordered) ہوتی ہے، کوارٹز (قلمی) اور کوارٹز گلاس (نقلمی) کی بناوٹ کو بالترتیب شکل 1.1(a) اور (b) میں دکھایا گیا ہے۔ دونوں کے ڈھانچے یکساں ہیں لیکن نقلمی کوارٹز گلاس کے معاملے میں کوئی بڑے پیمانے کا نظام نہیں ہے۔ نقلمی ٹھوسوں کا ڈھانچہ مائعات کے ڈھانچہ جیسا ہے۔ترکیبی ذرات کی ترتیب میں اختلافات کی بناء پر، ان دونوں قسم کی ٹھوسوں کی خاصیتیں الگ الگ ہوتی ہیں۔

قلمی ٹھوسوں کا نقطۂ گداخت بہت تیز (Sharp) ہوتا ہے۔ ایک مخصوص درجۂ حرارت پر یہ یکا یک پگھل جاتے ہیں اور رقیق میں تبدیل ہوجاتے ہیں۔ اس کے برخلاف نقلمی ٹھوس درجۂ حرارت کے ایک سلسلے (Range) پر نرم ہوجاتے ہیں اور پگھل کر بہنا شروع کر دیتے ہیں۔ ان کو مختلف شکلوں میں ڈھالا جاسکتا ہے۔ نقلمی ٹھوس کی ساختی خصوصیات رقیق جیسی ہی ہوتی ہیں اور اسی لیے ہم انھیں آسانی کے ساتھ بہت گاڑھے/نیم سیال سمجھ سکتے ہیں اور یہ کسی درجۂ حرارت پر پہنچ کر قلمی بن سکتے ہیں۔ قدیم تہذیبوں کی کانچ کی بنی ہوئی کچھ ایسی اشیاء دستیاب ہوئی ہیں جن کی ظاہری شکل قلماؤ کی وجہ سے دودھیا (Milky) لگتی ہے۔ مائعات (Liquids) کی طرح نقلمی ٹھوسوں میں بہنے کا رجحان ہوتا ہے۔ اگر چہ یہ بہاؤ کا رجحان بہت سست رفتار ہوتا ہے۔ اسی لیے کبھی کبھی ان کو نقلی ٹھوس (Pseudo Solids) یا اعلیٰ سرد مائعات (Super Cooled Liquids) بھی کہا جاتا ہے۔



شکل *1.2* : قلموں میں اختلاف اطراف (Anistoropy) مختلف جہات میں ذرات کی مختلف ترتیب کی وجہ سے ہوتی ہے۔

نقلمی ٹھوس اپنی فطرت میں ہم طرف (Isotropic) ہوتے ہیں۔ان کی خصوصیات جیسے کہ میکانی قوت، انعطاف نما (Refrective Index) اور موصلیت (Conductivity) وغیرہ ہرسمت میں یکساں ہوتی ہیں۔اس کی وجہ یہ ہے کہ ان میں لمبی رینج (Long Range) کا کوئی سلسلہ نہیں ہوتا اور تمام اطراف، جہات میں ذرات کی ترتیب باقاعدہ نہیں ہوتی ہے۔ لہٰذا کل ترتیب ہرسمت سے معاول (Equivalent) ہوجاتی ہے۔اسی لیے، کسی بھی طبعی خاصیت کی قدر (Value of Propety) ہر جہت میں یکساں ہوتی ہے۔

جدول 1.1: قلمی اور نقلمی ٹھوس کے درمیان امتیازات

خاصیت	قلمی ٹھوس	نقلمی ٹھوس
شکل	متعین خصوص ہندسی شکل	بے قاعدہ شکل
نقطۂ گداخت	ایک تیز اور مخصوص درجۂ حرارت پر پگھل جاتا ہے	درجہ حرارت کی ایک رینج پر بتدریج نرم ہو جاتا ہے
شکستگی (Cleavage) کی خاصیت	جب کسی تیز دھار دار آلہ سے قطع کیا جائے تو وہ دو ٹکڑوں میں کٹ جاتے ہیں اور نئی پیدا ہونے والی سطحیں ہموار اور چکنی ہوتی ہیں	جب کسی تیز دھار دار آلے سے کاٹا جائے تو دو ٹکڑوں میں قطع ہو جاتے ہیں لیکن سطحیں بے قاعدہ (Irregular) ہوتی ہیں
گداخت کی اینتھالپی (Heat of fusion)	ان کے گداخت کے لیے اینتھالپی متعین اور مخصوص ہوتی ہے	ان کے گداخت کی اینتھالپی متعین نہیں ہوتی
مختلف الاطرافی (Anisotrorpy)	یہ اپنی فطرت میں مختلف الاطراف ہوتے ہیں	اپنی فطرت میں ہم طرف ہوتے ہیں
فطرت	اصلی ٹھوس (Ture Solids)	نقلی (Pseudo) ٹھوس یا اعلیٰ سرد مائعات
ترکیبی ذرات میں نظام ترتیب	لمبی رینج کا نظام	صرف مختصر رینج کا نظام

قلمی ٹھوس اپنی فطرت میں مختلف الاطراف (Anisotropic) ہوتے ہیں اس کا مطلب یہ ہے کہ جب انھی قلموں میں مختلف جہات کے ساتھ ان کو ناپا جاتا ہے تو ان کے طبعی خواص جیسے برقی مزاحمت یا انعطاف نما (Refractive Index) مختلف قدروں (Values) کا اظہار کرتے ہیں۔ ایسا مختلف جہتوں میں ذرات کی مختلف ترتیب (Arrangement) کی وجہ سے ہوتا ہے۔ اس بات کو شکل 1.2 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ شکل دو قسم کے ایٹموں کے دو ابعادی ترتیب کو ظاہر کرتی ہے۔ میکانیکی خصوصیات جیسے کہ شیرنگ اسٹریس (sharing stres) کے تئیں

متن پر مبنی سوالات

1.1 ٹھوس، سخت (Rigid) کیوں ہوتے ہیں؟

1.2 ٹھوسوں کا ایک متعین حجم کیوں ہوتا ہے؟

1.3 درج ذیل کی قلمی اور نقلمی ٹھوسوں میں درجہ بندی کیجیے: پولی یوریتھین (Polyurethane)، نفتالین (Naphthalene)، بینزوئک ایسڈ (Benzoic Acid)، ٹیفلون (Teflon)، پوٹاشیم نائٹریٹ، سیلوفین (Cellophane)، پالی ونائل کلورائڈ، فائبر گلاس، کاپر۔

1.4 کانچ کو اعلیٰ سرد مائع (Super Cooled Liquid) کیوں سمجھا جاتا ہے؟

1.5 کسی ٹھوس کے تمام اطراف میں ایک ہی قدر حاصل کرنے کے لیے اس کے انعطاف نما کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ اس ٹھوس کی نوعیت پر تبصرہ کیجیے۔ کیا یہ شکستگی (Cleavage) کی خصوصیت کو ظاہر کرے گا؟

مزاحمت دوسمتوں میں بہت مختلف ہوسکتی ہیں جو شکل میں دکھائی گئی ہیں۔CD سمت میں بناوٹ کا نقص قطار کے ایٹموں کو بنادیتا ہے جس میں دو مختلف قسم کے ایٹم ہوتے ہیں۔ جبکہ AB سمت میں قطار میں ایک ہی قسم کے ایٹم ہوتے ہیں۔اس فرق کا جدول 1.1 میں خلاصہ کیا گیا ہے۔

قلمی اور نقلمی ٹھوس ماڈوں کے علاوہ کچھ ایسے ٹھوس بھی ہوتے ہیں جو بظاہر نقلمی نظر آتے ہیں لیکن ان کی ساخت خورد قلمیں ہوتی ہیں۔ان کو کثیر قلمی ٹھوس کہا جاتا ہے۔ دھاتیں عام طور پر کثیر قلمی حالتوں میں پائی جاتی ہیں۔ منفرد قلمیں بے ترتیب رخ پر تعین ہوتی ہیں لہٰذا ایک دھاتی نمونہ ہم رخی (Isotropic) نظر آسکتا ہے اگرچہ ایک منفرد قلم غیر ہم رخی (Anisotropic) ہوتی ہے۔

نقلمی ٹھوس مفید اشیا (Materials) ہیں۔ کانچ، ربر اور پلاسٹک کا استعمال آج ہماری روز مرہ کی زندگی میں بہت بڑھ چکا ہے۔سورج کی روشنی کو بجلی میں تبدیل کرنے کے لیے نقلمی سلی کون ایک بہترین اور دستیاب فوٹو وولٹائی (Photovoltaic) شے ہے۔

1.3 قلمی ٹھوسوں کی درجہ بندی (Classification of Crystalline Solids)

سیکشن 1.2 میں ہم نے نقلمی اشیاء (Substance) کے بارے میں پڑھا کہ ان کا نظام مختصر رینج کا ہوتا ہے۔ ٹھوس اشیاء (Solid Substances) اپنی فطرت میں اکثر قلمی ہوتے ہیں۔مثال کے طور پر تمام دھاتی عناصر جیسے لوہا، کاپر اور سلور اور اسی طرح غیر دھاتی عناصر جیسے سلفر، فاسفورس اور ایوڈین نیز مرکبات جیسے سوڈیم کلورائڈ، زنک سلفائڈ اور نفتالین (Naphthalane) قلمی ٹھوس بناتے ہیں۔

قلمی دھاتوں کی درجہ بندی مختلف طریقوں سے کی جاسکتی ہے۔ یہ طریقہ ہمارے مقصد پر منحصر ہوتا ہے یہاں ہم ٹھوس اشیا کو ان بین سالماتی (Intermolecular Process) قوتوں کی نوعیت کی بنیاد پر درجہ بند کریں گے۔ یا ان گرفتوں پر جو تشکیلی ذرات کو باندھ کر رکھتے ہیں۔ یہ ہوتے ہیں-(i) وینڈروال قوتیں؛ (ii) آئنی گرفت؛ (iii) ہم شرکتی گرفت؛ (iv) دھاتی گرفت۔اس بنیاد پر ٹھوس چار زمروں یعنی سالماتی، آیونک، ملزاتی (Metallic) اور شریک گرفت (Covalent) میں کی جاتی ہے۔اب ہم ان زمروں (Categories) کے بارے میں گفتگو کرتے ہیں۔

1.3.1 سالماتی ٹھوس (Molecular Solids)

سالمات، سالماتی ٹھوسوں کے ترکیبی ذرات ہوتے ہیں۔ان کی ذیلی درجہ بندی درج ذیل زمروں میں کی جاتی ہے۔

(i) غیر قطبی سالماتی ٹھوس (Non Polar Molecular Solides) : یہ ٹھوس یا تو ایٹوں جیسے ارگن اور ہیلیم پر مشتمل ہوتے ہیں یا ان سالمات پر مشتمل ہوتے جن کی تشکیل غیر قطبی شریک گرفتی بندشوں سے ہیں جیسے H_2، Cl_2 اور I_2۔ ان ٹھوسوں میں، کمزور انتشاری قوتیں (Dispersion Forces) یا لندن قوتیں، جن کے بارے میں آپ کلاس XI میں پڑھ چکے ہیں، ایٹوں اور سالمات کو باندھے رکھتی ہیں۔ یہ ٹھوس نرم ہوتے ہیں اور غیر موصل ہوتے ہیں ان کا نقطۂ گداخت کم ہوتا ہے اور یہ عام طور پر کمرے کے درجۂ حرارت اور دباؤ پر مائع یا گیسی حالت میں ہوتے ہیں۔

(ii) قطبی سالماتی ٹھوس: HCl، SO_2 وغیرہ جیسی اشیاء (Substances) کے سالمات کی تشکیل قطبی شریک گرفتی بندشوں سے تشکیل پاتی ہیں۔ان ٹھوسوں میں سالمات نسبتاً طاقتور (Dipole-dipole) تعاملوں سے بندھے رہتے ہیں یہ ٹھوس نرم اور غیر موصل ہوتے ہیں ان کا نقطۂ گداخت غیر قطبی سالماتی ٹھوسوں کے

مقابلے اونچا ہوتا ہے پھر بھی ان میں سے اکثر کمرے کے درجہ حرارت اور دباؤ پر گیسی یا مائع حالت میں ہوتے ہیں۔ٹھوس SO_2 اور ٹھوس NH_3 اسی قسم کے ٹھوسوں کی مثالیں ہیں۔

(iii) **ہائڈروجن سے بندھے سالماتی ٹھوس:** اس قسم کے ٹھوسوں کے سالمات، H اور F،O یا N ایٹموں کے درمیان قطبی شریک گرفتی بندشوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ مضبوط ہائیڈروجن بندش، H_2O (برف) جیسے ٹھوسوں کے سالمات کو باندھے رکھتی ہے..... یہ غیر موصل ہوتے ہیں۔ عام طور پر یہ کمرے کے درجۂ حرارت اور دباؤ پر طیران پذیر (Volatile) مائع یا نرم ٹھوس ہوتے ہیں۔

1.3.2 آئنی ٹھوس (Ionic Solids)

آین، آیونک ٹھوسوں کے ترکیبی ذرات ہوتے ہیں۔ یہ ٹھوس، کیٹائینوں اور اینائینوں کی تین ابعادی ترتیبوں سے تشکیل پانے میں جو مضبوط کولمبی (الیکٹرواسٹیٹک۔(برقی سکونی)) قوتوں سے بندھے ہوتے ہیں۔ یہ ٹھوس اپنی فطرت میں سخت اور پھوٹک (Brittle) ہوتے ہیں۔ ان کا نقطۂ گداخت اور نقطۂ جوش (Boiling Point) اونچا ہوتا ہے۔ چونکہ آین ادھر اُدھر حرکت میں آزاد نہیں ہوتے اس لیے وہ ٹھوس حالت میں برقی حاجز (Electrical Insulator) ہوتے ہیں۔ بہر حال، پگھلی ہوئی حالت میں یا پانی میں حل شدہ حالت میں، آین ادھر ادھر حرکت کرنے میں آزاد ہوتے ہیں اور پھر وہ برقی موصل بھی ہوتے ہیں۔

1.3.3 دھاتی ٹھوس (Metallic Solids)

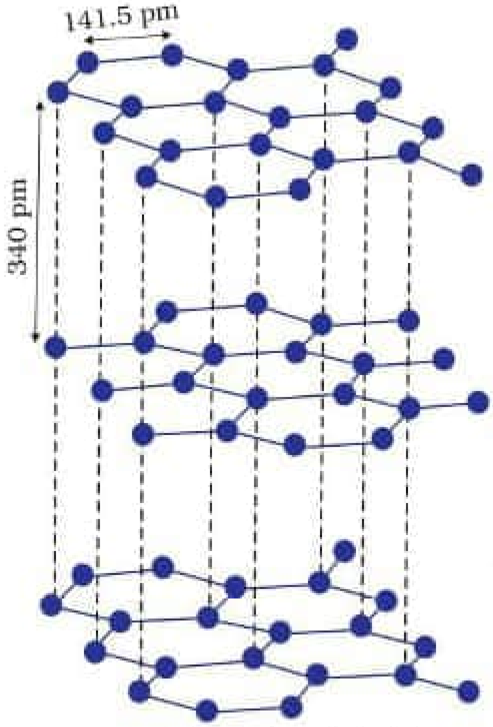
دھاتیں، بے شمار آزاد الیکٹرونوں سے گھرے اور باہم بندھے مثبت آینوں کی منظم مجموعہ (Orderly Collection) ہوتی ہیں۔ یہ الیکٹرون متحرک (Moblile) ہوتے ہیں اور تمام قلم پر واضح طور پر پھیلے ہوتے ہیں۔ ہر دھاتی ایٹم، متحرک الیکٹرونوں کے اس سمندر میں ایک یا ایک سے زیادہ الیکٹرونوں کا اضافہ کردیتا ہے۔ یہی آزاد اور متحرک الیکٹرون، دھاتوں کی اونچی، برقی اور حرارتی (Thermal) موصلیت (Conducitvity) کے لیے ذمہ دار ہوتے ہیں۔ جب کسی برقی فیلڈ کا استعمال کیا جاتا ہے تو یہ الیکٹرون مثبت آینوں کے تمام نیٹ ورک میں بہنے لگتے ہیں۔اسی طرح جب دھات کے کسی حصے کو حرارت پہنچائی جاتی ہے تو آزاد الیکٹرونوں کے ذریعہ حرارتی توانائی یکساں طور پر ہر جگہ پھیل جاتی ہے۔ دھاتوں کی ایک اور خصوصیت کچھ حالات میں ان کی چمک اور رنگ الگ ہوتا ہے۔ایسا ان کے اندر موجود الیکٹرونوں کی وجہ سے ہوتا ہے۔ دھاتیں اونچے پیمانے پر متروق اور تمدد پذیر (Malleable and Ductile) ہوتی ہیں۔

1.3.4 شریک گرفتی یا نیٹ ورک ٹھوس (Covalent or Network Solids)

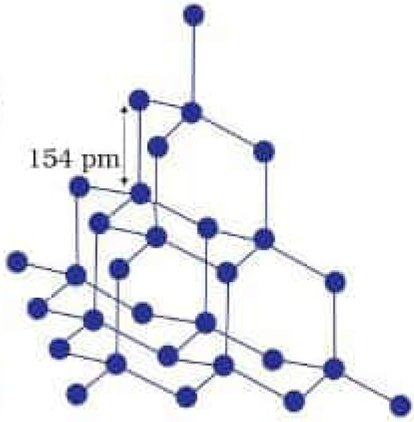
غیر دھاتی قلمی ٹھوس پورے قلم پر ہمسایہ ایٹوں کے درمیان شریک گرفتی بندشوں کی تشکیل کا نتیجہ ہوتے ہیں۔ ان کو ''عظیم سالمات'' (Giant Molecules) بھی کہا جاتا ہے۔ شریک گرفتی بندشیں مضبوط ہوتی ہیں اور اپنی فطرت ''جہت نما'' (Directional) ہوتی ہیں اسی لیے ایٹم اپنی اپنی پوزیشنوں پر مضبوطی سے بندھے ہوتے ہیں۔ایسے ٹھوس بہت سخت اور پھوٹک ہوتے ہیں۔ ان کے نقطۂ گداخت بہت اونچے ہوتے ہیں اور وہ پگھلنے سے تحلیل بھی ہوسکتے ہیں۔ یہ حاجز ہوتے ہیں اور بجلی کا ایصال نہیں کرتے۔ ڈائمنڈ (شکل 1.3) اور سلیکون کاربائڈ ایسے ٹھوسوں کی مخصوص مثالیں ہیں۔جس کے بارے میں درجہ نہم میں تفصیل سے پڑھ چکے ہیں۔ گریفائٹ یہ بھی قلموں کی جماعت سے تعلق رکھتا ہے لیکن یہ نرم ہوتا ہے اور بجلی کا موصل ہے۔اس کے ممتاز خواص اس کی مخصوص ساخت کی وجہ سے ہی ہیں۔شکل (1.4) کاربن کے ایٹموں کی ترتیب مختلف پرتوں میں ہوتی ہے اور ہر ایٹم ہر پرت میں اپنے تین پڑوسی

ایٹموں کے ساتھ شریک گرفتی طور پر بندھا ہوتا ہے۔ ہرایٹم کا چوتھا گرفتی الیکٹرون مختلف پرتوں کے درمیان موجود ہوتا ہے اور ادھر ادھر حرکت کرنے کے لیے آزاد ہوتا ہے۔ ان آزاد الیکٹرونوں کی وجہ سے گریفائٹ بجلی کا ایک اچھا موصل ہوتا ہے۔ مختلف پرتیں ایک دوسرے پر پھسل سکتی ہیں (Slide)۔ اس کی وجہ سے گریفائٹ ایک نرم ٹھوس اور ایک اچھا ٹھوس مدہن (Solid Lubricant) ہوتا ہے۔

چاروں طرح کے ٹھوسوں کی مختلف خاصیتیں جدول 1.2 میں دی گئی ہیں



شکل 1.4: گریفائٹ کی ساخت



شکل 1.3: ڈائمنڈ کی نیٹ ورک ساخت

جدول 1.2 ٹھوسوں کی مختلف اقسام

ٹھوس کی قسم	ترکیبی ذرات	بندشی کششی قوتیں	مثالیں	طبیعی فطرت	برقی موصلیت	نقطۂ گداخت
1۔ سالماتی ٹائپ						
(i) غیر قطبی	سالمات	انتشار یا لندن قوتیں	$Ar, CCl_4, H_2, I_2, CO_2$	نرم	حاجز	بہت کم
(ii) قطبی	ڈائی پول۔	ڈائی پول تعامل	HCl, SO_2	نرم	حاجز	کم
(iii) ہائڈروجن بندش	ہائڈروجن بند	H_2O (برف)	سخت	حاجز	کم	
2۔ آئنی ٹھوس	آین	کولمبی یا الیکٹرواسٹیٹک	$NaCl, MgO, ZnS, CaF_2$	سخت لیکن پھوٹک	سخت حالت میں حاجز لیکن پگھلی ہوئی حالت	اونچا
3۔ دھاتی ٹھوس	ڈی لوکلائزڈ الیکٹرونوں کے سمندر میں مثبت آین	دھاتی بندش	Fe, Cu, Ag, Mg	سخت لیکن مترق اور تمدد پذیر	ٹھوس اور پگھلی ہوئی حالت	خاصا اونچا
4۔ شریک گرفتی یا نیٹ ورک ٹھوس	ایٹم	شریک گرفت بندش	SiO_2 (کوارٹز)، SiC, C (ڈائمنڈ) AlN	سخت		بہت اونچا
			C (گریفائٹ)	نرم	موصل (استثنا)	

متن پر مبنی سوالات

1.6 درج ذیل ٹھوسوں کی مختلف زمروں میں درجہ بندی ان کے اندر کارفرما بین سالماتی قوتوں کی بنیاد پر کیجیے۔
پوٹاشیم سلفیٹ، ٹن، بینزین، یوریا، امونیا، پانی، زنک، سلفائڈ، گریفائٹ، روبی ڈیم، آرگن، سلی کون کار بائڈ۔

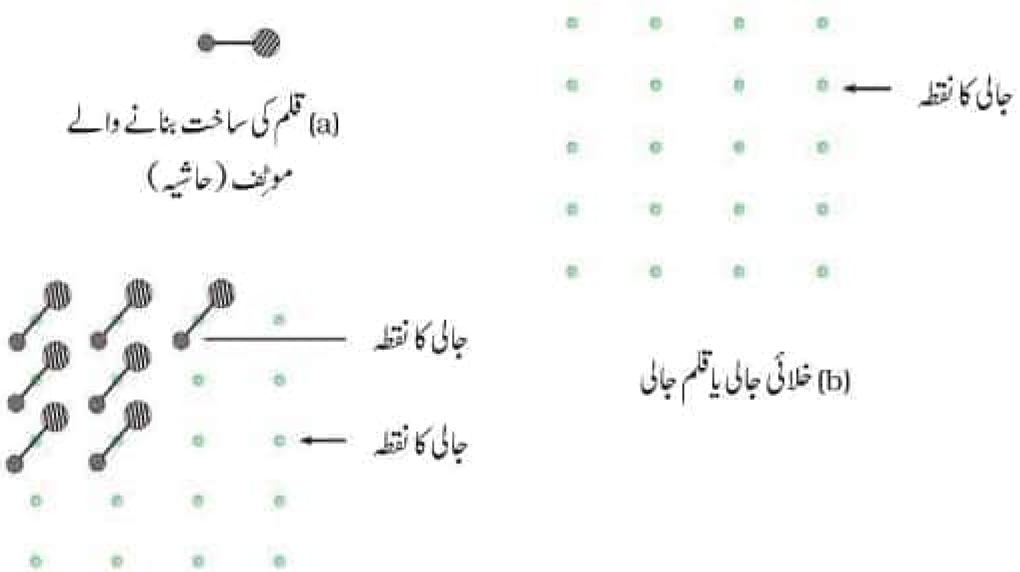
1.7 ٹھوس A، ٹھوس اور پگھلی ہوئی دونوں حالتوں میں بہت سخت برق موصل ہے اور بہت ہی اونچے درجۂ حرارت پر پگھلتا ہے۔ یہ کس قسم کا ٹھوس ہے؟

1.8 آیونک ٹھوس پگھلی ہوئی حالت میں برق کا ایصال کرتے ہیں لیکن ٹھوس حالت میں نہیں کرتے۔ وضاحت کیجیے۔

1.9 کس ٹائپ کے ٹھوس برقی موصل، متروق اور تمدد پذیر ہوتے ہیں؟

1.4 قلم کی جالیاں اور یونٹ سیلز (Crystal Lattices and Unit Cells)

آپ نے نوٹس کیا ہوگا کہ جب فرش پر ٹائلز لگاتے ہیں تو وہ ایک تکراری نمونہ بناتے ہیں۔ اگر زمین پر ٹائلز سیٹ کرنے کے بعد ہم ہر ایک ٹائل کے ایک ہی مقام پر ایک نقطہ لگا دیں (مثال کے طور پر ٹائل کے مرکز پر) اور ٹائلز کو نظر انداز کرتے ہوئے صرف نقطوں کو دیکھیں تو ہمیں نقطوں کا ایک سیٹ نظر آئے گا۔ نقطوں کا یہ سیٹ ایک مچان ہے جس پر ٹائلز کو رکھ کر نمونے کو بنایا گیا ہے۔ نقطوں کا یہ سیٹ ایک خلائی جالی ہے جس پر ساختی اکائیوں (ٹائلز) کو رکھ کر ذوابعادی نمونہ بنایا گیا ہے۔ ساختی اکائی کو بنیاد یا حاشیہ (موٹِف Motif) کہتے ہیں۔ جب حاشیہ کو خلائی جالی میں نقطوں کے اوپر رکھا جاتا ہے تو نمونہ تیار ہوتا ہے۔ قلمی ساخت میں حاشیہ ایک سالمہ، ایک ایٹم یا آین ہوتا ہے۔ خلائی جالی جو قلمی جالی بھی کہلاتی ہے نقطوں کا نمونہ ہے جو حاشیہ کے مقام کو ظاہر کرتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں قلمی ساخت کے لیے خلائی جالی ایک مجرد حاشیہ ہے۔ جب ہم خلائی جالی کے نقطوں پر حاشیوں کو مماثل طریقے سے رکھتے ہیں تو ہمیں قلم حاصل ہوتی ہے۔ تصویر 1.5 میں ایک حاشیہ دکھایا گیا ہے ایک ذوابعادی جالی اور ایک مفروضہ ذوابعادی قلمی ساخت جس کو ذوابعادی جالی پر حاشیوں کو رکھ کر حاصل کیا گیا ہے۔



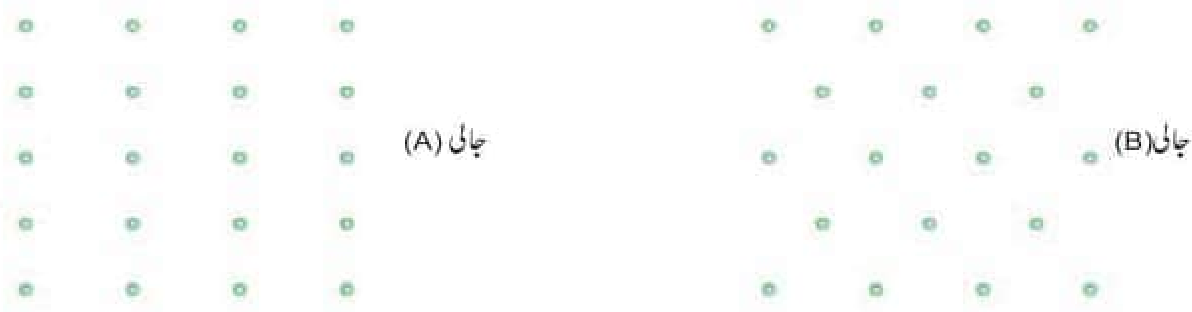
(a) قلم کی ساخت بنانے والے موٹِف (حاشیہ)

(b) خلائی جالی یا قلم جالی

(c) قلمی ساخت کا ذوابعادی مفروضہ

شکل 1.5: (a) موٹِف (حاشیہ) (b) خلائی جالی (c) قلمی ساخت کا ذوابعادی مفروضہ

جالی کے نقطوں کی مخصوص ترتیب سے مختلف قسم کی جالیاں بنتی ہیں۔شکل 1.6 میں دو مختلف قسم کی جالیوں میں نقطوں کی ترتیب دکھائی گئی ہے۔



شکل1.11: دو مختلف جالیوں میں نقطوں کی ترتیب

قلمی ٹھوس میں خلائی جالی سہ ابعادی ہوتی ہے۔قلمی ٹھوس ساختی حاشیوں کو جالی نقطوں سے وابستہ کرکے حاصل ہوتے ہیں۔ ہرایک تکراری بنیاد یا حاشیہ کی ساخت ایک جیسی ہوتی ہے اوران کا مخصوص ماحول ہوتا ہے جیسا کہ قلم میں دوسرے کا ہوتا ہے۔ ہر حاشیہ کا ماحول پورے قلم میں یکساں ہوتا ہے سوائے سطح کے۔

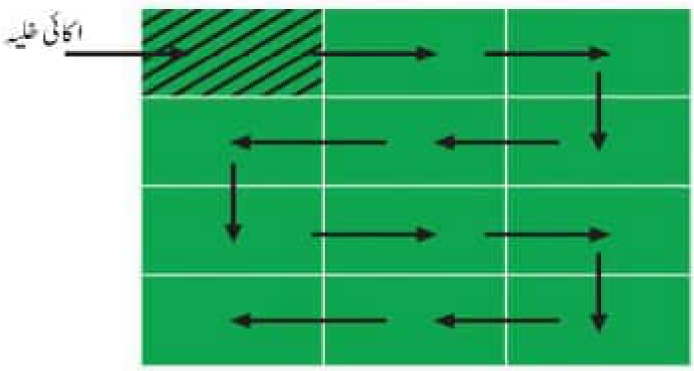
قلمی جالی کی خصوصیات درج ذیل ہیں:

(a) جالی کا ہر نقطہ یا قلم نقطہ کہلاتی ہے۔

(b) قلم جالی میں ہر نقطہ ایک جزوی ذرہ کو ظاہر کرتا ہے جو ایک ایٹم، سالمہ (ایٹموں کا گروہ) یا آئن ہوسکتا ہے۔

(c) جالی کے نقطوں کو سیدھی لائنوں سے جوڑ کر جالی کی جیومیٹری بنائی جاتی ہے۔

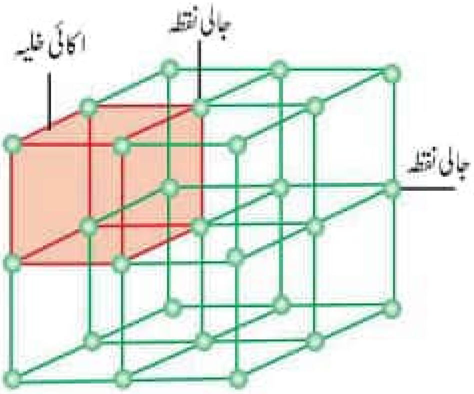
ہمیں قلم کو مکمل طور پر بیان کرنے کے لیے قلم کی خلائی جالی کے محض چھوٹے سے حصہ کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ چھوٹا سا حصہ اکائی خلیہ (Unit cell) کہلاتا ہے۔اکائی سیل کو مختلف طریقوں سے چنا جاسکتا ہے۔عام طور پر اس خلیہ کو چنا جاتا ہے جس کی عمودی سطحوں کی لمبائی سب سے کم ہو اور سہ ابعاد میں اکائی خلیہ کے انتقال/منتقلی سے ہم پوری قلم تیار کر سکتے ہیں۔شکل 1.7 میں پوری قلم کی ساخت تیار کرنے کے لیے ذو ابعاد جالی کے اکائی خلیوں کی حرکت دکھائی گئی ہے۔اکائی خلیوں کی وضع ایسی ہے کہ وہ بغیر خلیوں کے درمیان جگہ چھوڑے ہوئے جالی کی پوری جگہ کو پُر کردیں گے۔



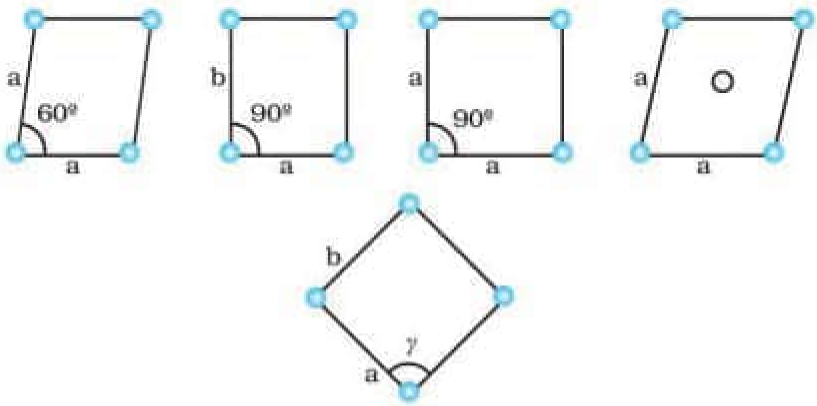
شکل1.7: تیروں کی سمت میں مربع کو منتقل کرکے ایک مفروضہ ذوابعادی قلمی ساخت کی تیاری

ذوابعاد میں ایک متوازی الضلاع کو جس کے رخ کی لمبائی 'a' اور 'b' ہے اوران کے درمیان کا زاویہ Y ہے، کو

ایک اکائی خلیہ کے طور پر چنا گیا۔ ذو ابعادی میں ممکنہ اکائی خلیہ شکل 1.8 میں دکھائے گئے ہیں۔



شکل 1.9: تین ابعادی مکعبی جالی اور اس کا یونٹ سیل



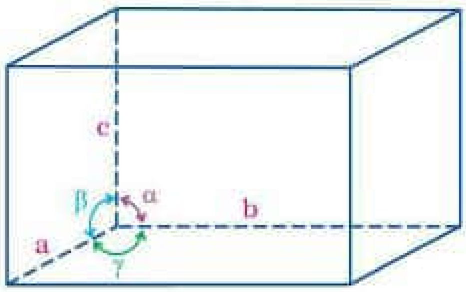
شکل 1.8: ذو ابعادمیں ممکنہ اکائی خلیے

سہ ابعاد قلم جالی اور اس کے اکائی خلیہ شکل 1.9 میں دکھائے گئے ہیں۔

ایک سہ ابعاد قلمی ساخت میں ایک یونٹ سیل کی خصوصیات یہ ہیں:

(i) اس کے ابعاد اس کے تینوں کناروں یعنی a, b اور c ہیں۔ یہ کنارے آپس میں عمودی ہو بھی سکتے ہیں اور نہیں بھی ہو سکتے ہیں۔

(ii) کناروں کے بیچ زاویے، α (b اور c کے درمیان) β (a اور C کے درمیان) اور γ (a اور b کے درمیان)۔ اس طرح ایک یونٹ کے چھ پیرا میٹر a, b, c, β اور α اور γ ہوتے ہیں۔ ایک مخصوص یونٹ سیل کے یہ پیرا میٹر شکل 1.10 میں دکھائے گئے ہیں۔



شکل 1.10: ایک یونٹ سیل کے پیرامیٹرس کی وضاحت

1.4.1 ابتدائی اور وسطی یونٹ سیل (Primitive and Centerd Unti cells)

یونٹ سیلز کو موٹے طور پر دو زمروں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔ ابتدائی اور وسطی یونٹ سیلز ہیں۔

(a) ابتدائی یونٹ سیلز

جب ترکیبی ذرات ایک یونٹ سیل کی صرف کارنر پوزیشن پر ہوں تو اسے ابتدائی یونٹ سیل (Primitive Unit Cell) کہا جاتا ہے۔

(b) وسطی یونٹ سیلز (Centred Unit Cells)

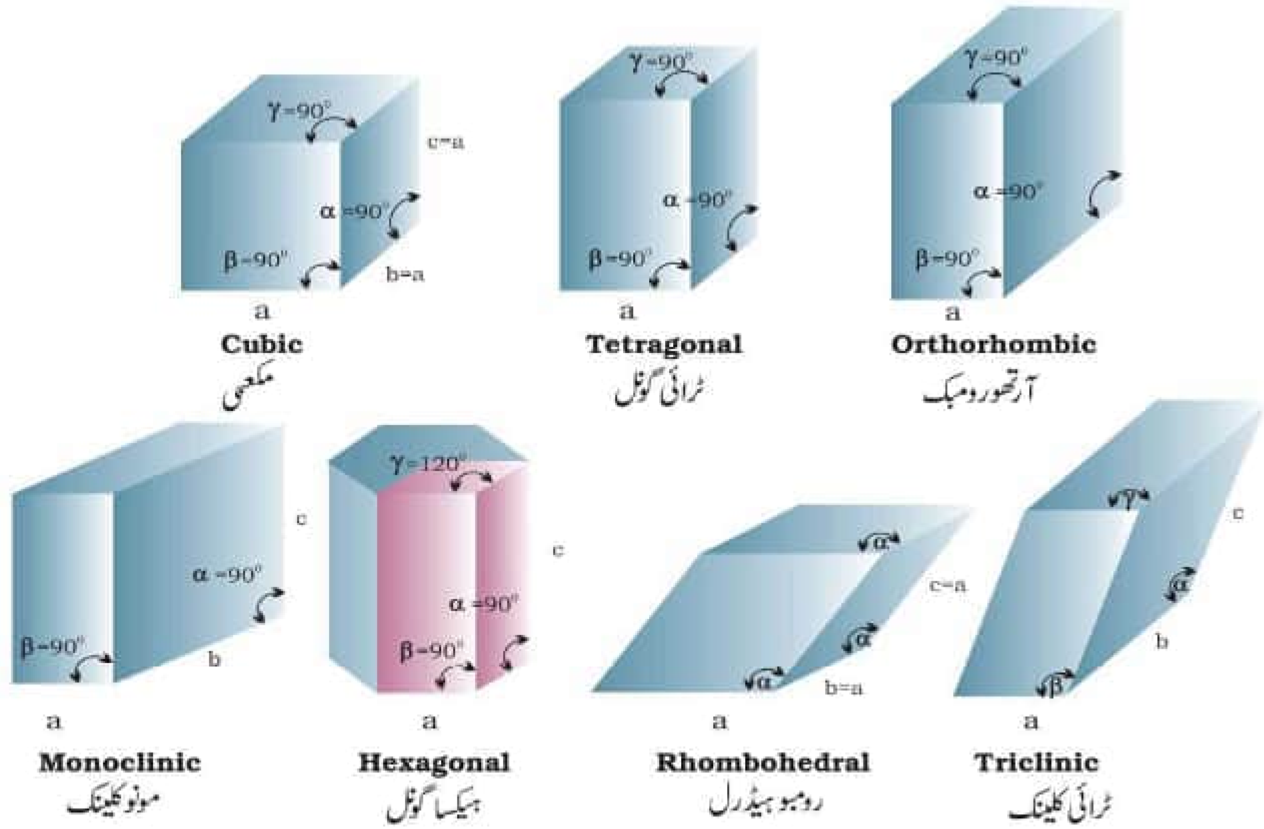
جب ایک یا ایک سے زیادہ ترکیبی ذرات کسی یونٹ سیل میں کارنروں کے علاوہ دوسری جگہوں پر موجود ہوں تو اس کو وسطی یونٹ سیل کہا جاتا ہے۔ وسطی یونٹ سیل تین ٹائپ کے ہوتے ہیں۔

(i) جسم۔ وسطی یونٹ سیلز (Body-Centred Unit Celles): ایسے یونٹ سیل میں ایک ترکیبی ذرہ (ایٹم، سالمہ یا آین) جو اس کی باڈی سینٹر پر ہوتا ہے اور یہ ان کے علاوہ ہوتا ہے اس کے کارنروں پر ہوتے ہیں۔

(ii) رخ مرکزی یونٹ سیلز(Face-Centred Unit Cells) : ایسے یونٹ سیل میں ایک ترکیبی ذرّہ ہر چہرہ کے وسط میں ہوتا ہےاور جوان کے علاوہ ہوتا ہے جوکارنروں پر ہوتے ہیں۔

(ii) ختم. وسطی یونٹ سیلز (End- Centred Unit Cells): ایسے یونٹ سیل میں ایک ترکیبی ذرہ کسی بھی دو مخالف چہروں کے وسط میں موجود ہوتا ہے اور یہ ان کے علاوہ ہوتا ہے جو اس کے کارنروں پر ہوتے ہیں۔

مختلف قسم کے قلموں کے معائنہ سے اس نتیجہ پر پہنچا گیا کہ یہ تمام سات منضبط شکلوں میں سے کسی ایک سے تعلق رکھتے ہیں۔ یہ بنیادی منضبط شکلیں سات قلمی نظام کہلاتی ہیں۔ دیا ہوا قلم کس نظام سے تعلق رکھتا ہے یہ اس کے دورخوں کے درمیان زاویوں کوناپ کر کیا جاسکتا ہے اور یہ طے کرنا کہ اس کی ہیئت کی نمایاں خصوصیات کو متعارف کرنے کے لیے کتنے محوروں کی ضرورت ہوگی۔



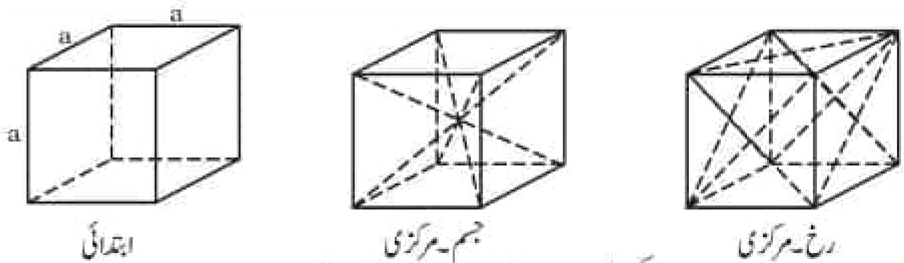
شکل 1.11: سات قلمی نظاموں کو دکھاتا ھے

ایک فرانسیسی ریاضی داں برویز(Bravais) نے بتایا کہ سہ ابعادی جالیاں صرف 14 ہوسکتی ہیں ان کو برویز جالیاں کہا جاتا ہے۔ان جالیوں کے اکائی خلیوں کو درج ذیل باکس میں دکھایا گیا ہے۔جن وسطی یونٹ سیلز کی یہ تشکیل کرتے ہیں ان کے ساتھ ساتھ ان کی خصوصیات کو جدول 1.3 میں بیان کیا گیا ہے۔

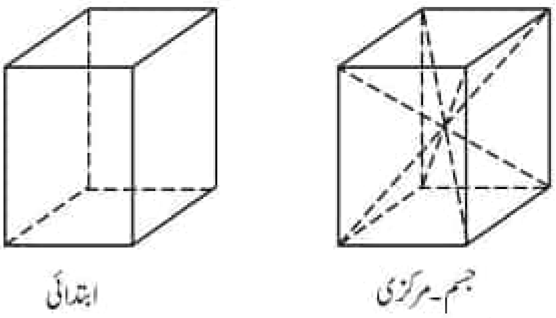
جدول1.3: سات ابتدائی یونٹ سیلز اور وسطی یونٹ سیلز کی حیثیت سے ان کے ممکنہ تغیرات (Variations)۔

نظام قلم	ممکنہ تغیرات	محوری فاصلے یا کناری طول	محوری زاویے	مثالیں
مکعبی	ابتدائی جسم۔وسطی چہرہ۔وسطی	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$	Nacl, Zinc blend, Cu
چوگوشی	ابتدائی جسم۔وسطی	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$	سفیدٹن، سلفر، SnO_2، TiO_2، $CaSO_4$
آرتھورومبک	ابتدائی جسم۔وسطی چہرہ۔وسطی ختم۔وسطی	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$	رومبک سلفر $BaSO_4$، KNO_3
شش گوشی	ابتدائی	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90°$ $\gamma = 120°$	گریفائٹ CdS، ZnO
رومبو ہیڈرل یا ٹرائی گونل	ابتدائی	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90°$	کیلسائٹ ($CaCO_3$) HgS (Cinnabar)
یک رخی (Monoclinic)	ابتدائی ختم۔وسطی	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \gamma = 90°$ $\beta \neq 120°$	مونوکلنک سلفر $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$
سہ رخی (Triclinic)	ابتدائی	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90°$	H_3BO_3، $CuSO_4 \cdot 5H_2O$، K_2Cr_2

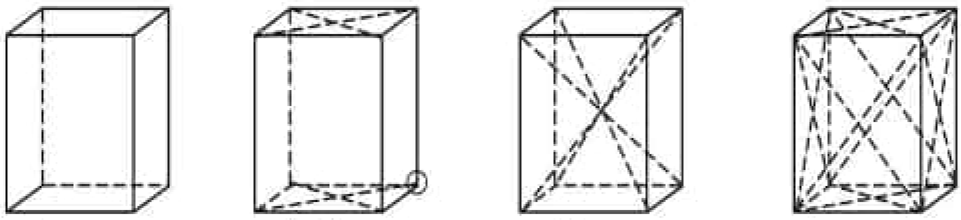
بریویز جالیوں کے چودہ طرح کے یونٹ سیلز Unit Cells of 14 Types of Bravais Lattices



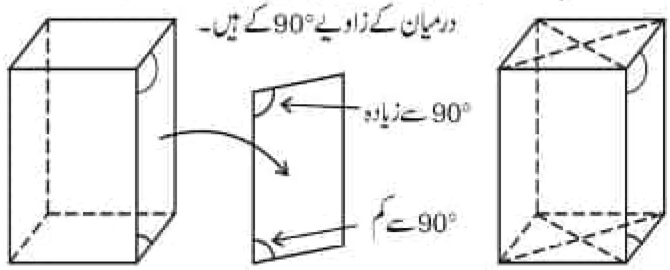
تین مکعبی لیٹس کے اکائی خلیے: سبھی اضلاع کی لمبائی یکساں ہے۔ رخوں کے درمیان کے زاویے 90° کے ہیں



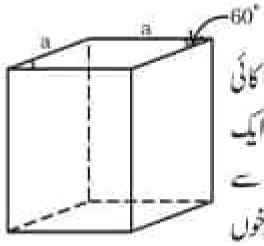
دو ٹیٹرا گونل جالیوں کے اکائی خلیے: ایک ضلع لمبائی کے اعتبار سے دوسرے سے مختلف ہے۔ رخوں کے درمیان دونوں زاویے 90° کے ہیں۔



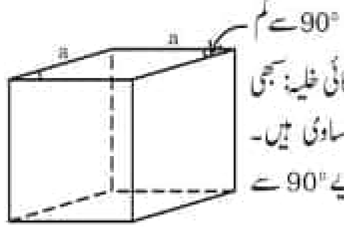
چار آرتھورومبک لیٹس کے اکائی خلیے: غیر مساوی اضلاع، رخوں کے درمیان کے زاویے 90° کے ہیں۔



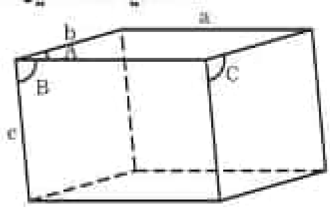
دو مونوکلینک لیٹس کے اکائی خلیے: غیر مساوی اضلاع، دو رخوں کے درمیان کے زاویے 90° سے مختلف ہیں۔



ہیکساگونل لیٹس کا اکائی خلیہ: دونوں اضلاع ایک ضلع کی لمبائی دوسرے سے مختلف ہے۔ دونوں رخوں کے زاویے 90° کے ہیں۔



رومبو ہیڈرل لیٹس کا اکائی خلیہ: سبھی اضلاع کی لمبائیاں مساوی ہیں۔ دونوں رخوں کے زاویے 90° سے کم ہیں۔



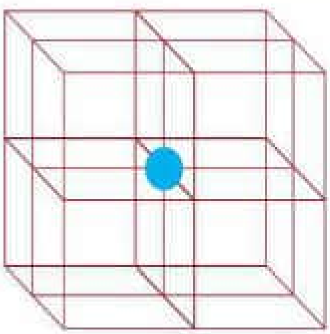
ٹرائی کلینک لیٹس کا اکائی خلیہ: a، b، c اضلاع غیر مساوی ہیں A، B اور C غیر مساوی زاویے ہیں کوئی بھی 90° کے برابر نہیں ہے۔

1.5 ایک یونٹ سیل میں ایٹموں کی تعداد (Number of Atoms in a Unit Cell)

ہم جانتے ہیں کہ ایک قلم کی جالی بہت سے یونٹ سیلز سے بنتی ہے اور جالی کے ہر نقطہ پر کسی ترکیبی ذرے (ایٹم، سالمہ یا آین) کا قبضہ ہوتا ہے۔ اب ہمیں یہ معلوم کرنا ہے کہ ہر ذرے کا کون سا حصہ کسی مخصوص یونٹ سیل سے متعلق ہوتا ہے۔

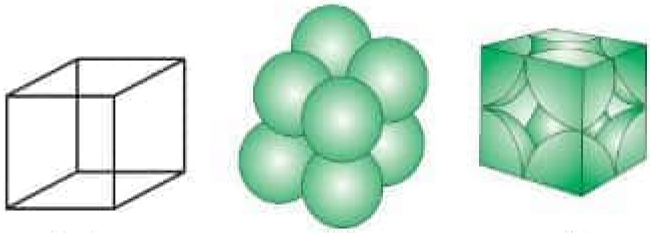
ہم مکعبی یونٹ سیلز کے تینوں قسموں کا تذکرہ کریں گے اور بات کو سادہ طور پر بیان کرنے کے لیے یہ مان کر چلیں گے کہ ترکیبی ذرہ ایک ایٹم معلوم ہوتا ہے۔

1.5.1 ابتدائی مکعبی یونٹ سیل (Primitive Cubic Unit Cell)



شکل 1.12: ایک سادہ مکعبی یونٹ سیل میں ہر کارنر ایٹم 8 یونٹ سیلز میں بٹا ہوتا ھے

ابتدائی مکعبی یونٹ سیل کے ایٹم صرف کارنر پر ہوتے ہیں۔ کارنر کا ہر ایٹم آٹھ ہمسایہ یونٹ سیلز کے درمیان بٹا ہوتا ہے (دیکھیے شکل 1.12)۔ اس میں سے چار یونٹ سیل اسی پرت میں اور چار یونٹ سیل اوپری (یا نچلی) پرت کے ہوتے ہیں۔ اس طرح صرف 1/8 ایٹم، سالمہ یا آین) حقیقت میں کسی مخصوص یونٹ سیل سے متعلق ہوتا ہے۔ شکل 1.13 میں ایک ابتدائی مکعبی یونٹ سیل کو تین مختلف طریقوں سے دکھایا گیا ہے۔ شکل 1.13(a) کا ہر گولا صرف ذرے کے اس مرکز کو دکھاتا ہے جس پر وہ قابض ہے اور اس کے حقیقی سائز کو نہیں دکھلاتا۔ ایسی ساختوں (Structures) کو کھلی ساختیں (Open Structures) کہتے ہیں۔ ذرات کی ترتیب کو کھلی ساختوں میں سمجھنا آسان ہے۔ شکل 1.13(b) میں یونٹ سیل کی جگہ کو پر کرنے والی ساخت اور ذرے کے حقیقی سائز کو دکھایا گیا ہے۔ شکل 1.13(c) میں مکعبی یونٹ سیل میں موجود مختلف ایٹموں کے حقیقی حصوں کو دکھایا گیا ہے۔

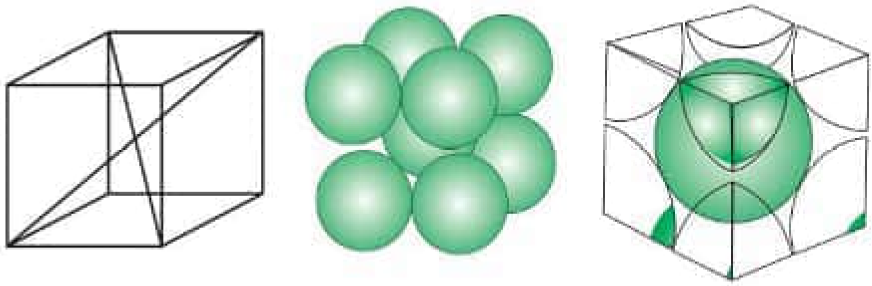


شکل 1.13: ایک ابتدائی مکعبی یونٹ سیل (A Primitive Cubic Unit Cell) (a) کھلی ساخت (b) جگہ پُر کرنے والی ساخت (c) کسی یونٹ سیل سے تعلق رکھنے والے ایٹموں کے حقیقی حصے

مجموعی طور پر کیونکہ ہر مکعبی یونٹ سیل کے کارنر پر آٹھ ایٹم ہوتے ہیں اس لیے اک یونٹ سیل میں ایٹموں کی تعداد $8 \times \frac{1}{8} = 1$ ایٹم ہوتی ہے۔

1.5.2 جسم۔مرکزی مکعبی یونٹ سیل (Body-centred cubic unit cell)

ایک جسم۔مرکزی مکعبی (bcc) یونٹ سیل کے ہر کارنر پر ایک ایٹم اور اس کے جسمی مرکز (Body Centred) پر ایک ایٹم ہوتا ہے۔ شکل 1.14 میں (a) کھلی ساخت (b) جگہ پر کرنے والا ماڈل اور (c) یونٹ سیل کو ایٹموں کے ان حصوں کے ساتھ دکھایا گیا ہے جو اس یونٹ سیل سے حقیقت میں تعلق رکھتے ہیں۔ یہ بات دیکھی جاسکتی ہے کہ ہر جسمی مرکز پر



شکل 1.14: ایک جسم مرکزی مکعبی یونٹ سیل (a) کھلی ساخت (b) جگہ پُر کرنے والی ساخت (c) ایٹموں کے حقیقی حصے جو ایک یونٹ سیل سے تعلق رکھتے ہیں۔

ایٹم مکمل طور پر اسی یونٹ سیل سے متعلق ہوتا ہے جس میں وہ موجود ہے۔ اس طرح ایک جسم مرکزی مکعبی (bcc) یونٹ سیل ہیں:

(i) 8 کارنر $\frac{1}{8}$ فی کارنر ایٹم $= 8 \times \frac{1}{8}$ = 1 ایٹم

(ii) ایک جسم مرکزی ایٹم = 1 × 1 = 1 ایٹم

∴ اس لیے فی یونٹ سیل ایٹموں کی مجموعی تعداد = 2 ایٹم

1.5.3 رخ مرکزی مکعبی یونٹ سیل (Face-Centred Cubic Unit Cell)

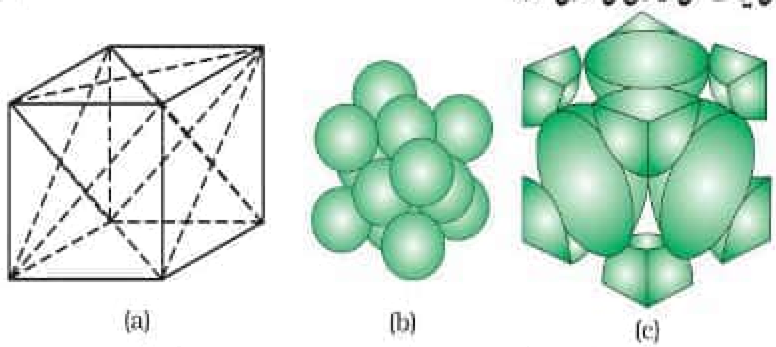
ایک چہرہ مکعبی (fcc) یونٹ سیل ان ایٹموں پر مشتمل ہوتا ہے جو مکعب کے تمام چہروں کے مرکز اور کارنروں پر ہوتے ہیں۔ شکل 1.15 میں دیکھا جاسکتا ہے کہ چہرہ۔ مرکز (Face-centre) پر واقع ہر ایٹم دو ہمسایہ یونٹ سیلز کے درمیان بٹا ہوتا ہے اور ہر ایٹم $\frac{1}{2}$ ایک یونٹ سیل سے متعلق ہوتا ہے۔ شکل 1.16(a) کھلی ساخت (b) جگہ پُر کرنے والا ماڈل اور (c) یونٹ سیل اور ایٹموں کے ان حصوں کو دکھاتی ہے جو حقیقت میں اس سے تعلق رکھتے ہیں۔

اس طرح ایک رخ۔ مرکزی مکعبی (fcc) یونٹ سیل میں:

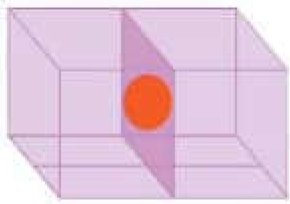
(i) 8 کارنر ایٹم $\frac{1}{8}$ ایٹم فی یونٹ سیل $= 8\times\frac{1}{8}$ = 1 ایٹم

(ii) 6 رخ۔ مرکزی ایٹم $\frac{1}{2}$ ایٹم فی یونٹ سیل $= 6\times\frac{1}{2}$ = 3 ایٹم

∴ فی یونٹ سیل ایٹموں کی مجموعی تعداد = 4 ایٹم



شکل 1.16: ایک رخ مرکزی مکعبی یونٹ سیل (a) کھلی ساخت (b) جگہ پر کرنے والی ساخت (c) ایک یونٹ سیل سے تعلق رکھنے والے ایٹموں کے حقیقی حصہ



شکل 1.15: یونٹ سیل کے رخ ۔ مرکز پر ایک ایٹم دو یونٹ سیلز میں بٹا ہوتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

1.10 'جالی کے نقطے' کی اہمیت بتائیے۔

1.11 ایک یونٹ سیل کے مخصوص پیرامیٹرس کو بتائیے۔

1.12 مندرجہ ذیل کے درمیان فرق واضح کیجیے:

(i) شش گوشی اور یک رخی (Mono Clinic) یونٹ سیلز

(ii) چہرہ۔ مرکزی اور ختم۔ مرکزی (End-centred) یونٹ سیلز

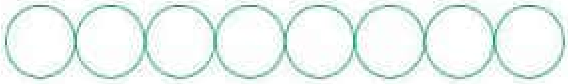
1.13 واضح کیجیے کہ (a) ایک مکعبی یونٹ سیل کے جسم۔ مرکز پر اور (b) کارنر پر واقع ایک ایٹم کا کتنا حصہ اپنے ہمسایہ یونٹ سیل کا حصہ ہوتا ہے۔

1.6 قریب قریب بندھی ہوئی ساختیں (Close Packed Structures)

ٹھوسوں میں، ترکیبی ذرات بہت قریب قریب بندھے ہوتے ہیں اور ان کے درمیان خالی جگہ کم ترین ہوتی ہے۔ ہم ترکیبی ذرات کو یکساں سخت گولے (Indentical Hard Spheres) کہہ سکتے ہیں اور تین اقداموں میں تین ابعادی ساخت بنا سکتے ہیں۔

(a) ایک بُعد میں قریب قریب پیکنگ

ایک یک بُعدی قریب قریب پیکنگ ساخت میں، گولوں کو ترتیب دینے کا صرف ایک ہی طریقہ ہے۔ اور وہ طریقہ ان کو ایک ہی قطار میں اس طرح ترتیب دینے کا ہے اس طرح کہ وہ ایک دوسرے کو چھوتے رہیں۔ (شکل 1.17)



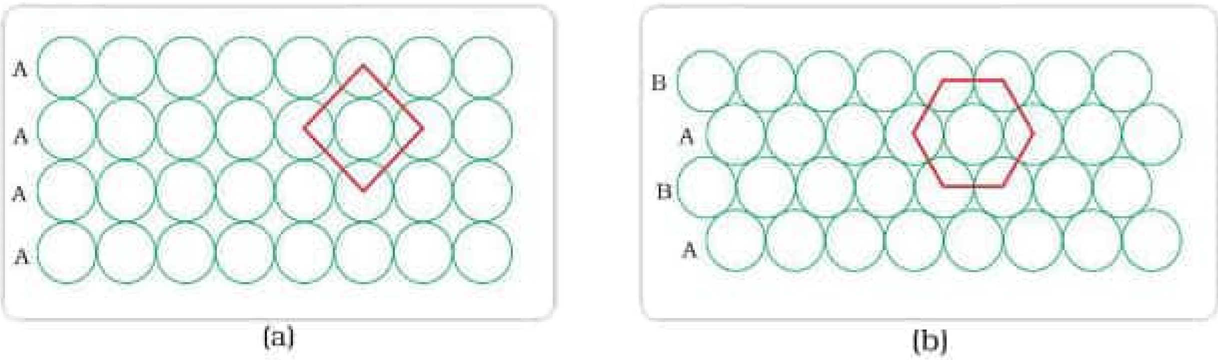
شکل 1.17: ایک بُعد میں گولوں کی قریب قریب پیکنگ

اس ترتیب میں، ہر گولا اپنے دو پڑوسیوں سے جڑا ہوتا ہے۔ کسی ذرے کے قریب ترین ہمسایوں کی تعداد کو کو آرڈی نیشن نمبر (Co ordination Number) کہا جاتا ہے۔ اس طرح، ایک یک بُعدی قریب قریب بندھی ترتیب میں، کوآرڈی نیشن نمبر 2 ہوتا ہے۔

(b) دو ابعاد میں قریب قریب پیکنگ (Close Packing in Two Dimensions)

دو ابعادی قریب قریب پیکنگ والی ساخت کو قریب قریب پیک شدہ گولوں کی قطاروں میں رکھ کر بنایا جاسکتا ہے۔ یہ کام دو طریقوں سے کیا جاسکتا ہے۔

(i) دوسری قطار کو پہلی قطار سے مس کر کے اس طرح رکھا جائے کہ دوسری قطار کے گولے ٹھیک پہلی قطار کے گولوں کے اوپر ہوں۔ دونوں قطاروں کے گولے عمودی اور افقی دونوں طریقوں سے قطار میں ہوں۔ اگر ہم پہلی قطار کو "A ٹائپ قطار" کہیں تو دوسری قطار بھی بالکل پہلی قطار کی طرح ہوگی اور وہ بھی "A ٹائپ" ہوگی۔ اس طرح ہم ترتیب کی AAA ٹائپ قطاروں کو حاصل کرنے کے لیے اور قطاریں بڑھا سکتے ہیں۔ دیکھیے شکل 1.18(a)



شکل 1.18: (a) مربع نما قریبی پیکنگ (b) دو ابعاد میں گولوں کی شش گوشی قریبی پیکنگ۔

اس ترتیب میں ہر گولا اپنے چار پڑوسیوں کے تماس میں ہے۔ اس طرح دو ابعادی ہم ربط عدد (Coordination Number) 4 ہوتا ہے۔ پھر اگر ان چاروں قریبی ہمسایوں کے مرکز جڑے ہوں تو ایک مربع بن جاتا ہے۔ اسی لیے اس پیکنگ کو دو ابعادی مربع نما قریبی پیکنگ کہا جاتا ہے۔

(ii) دوسری قطار کو پہلی قطار کے اوپر ایک لغزیدہ (Staggared) طریقے سے اس طرح رکھنا چاہیے تاکہ اس کے گولے پہلی قطار کے جوف (Depression) میں فٹ ہو جائیں۔ اگر پہلی قطار میں گولوں کی ترتیب کو A ٹائپ کیا جائے تو دوسری قطار میں یہ ترتیب مختلف ہوگی اور اس کو B ٹائپ کہا جائے گا۔ اور جب تیسری قطار کو دوسری قطار کی ہمسائیگی میں ایک (Staggered) طریقہ پر رکھا جائے گا تو اس کے گولے پہلی پرت کے

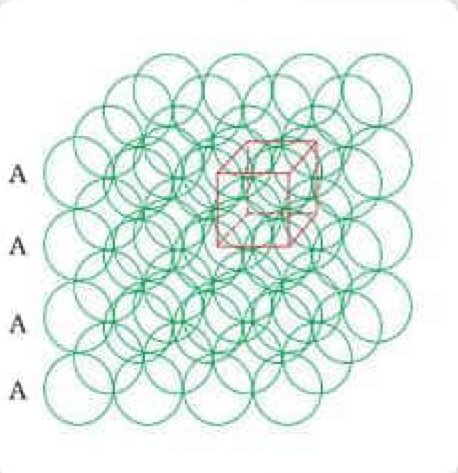
گولوں کی قطار میں ہوں گے اس طرح یہ پرت بھی A ٹائپ کی ہوگی۔ پھر اس طرح رکھی گئی چوتھی قطار کے گولے بھی دوسری قطار کے گولوں کی قطار (B ٹائپ) میں ہوں گے۔ اس طریقے پر یہ ترتیب ABAB ٹائپ کی ہوگی۔ اس طرح میں آزاد جگہ کم ہوگی اور مربع نما قریبی پیکنگ کی بہ نسبت یہ پیکنگ زیادہ کارآمد (Efficient) ہوگی۔ ہر گولا اپنے پڑوسیوں میں سے چھ پڑوسیوں کے تماس میں ہوگا۔ اور دو العبادی کوآرڈی نیشن نمبر 6 ہوگا۔ ان 6 گولوں کے مرکز ایک باقاعدہ شش گوشی کے کارنر ہوں گے۔ (شکل (1.18(b)) اس پیکنگ کو دوابعادی شش گوشی قریبی پیکنگ کہا جاتا ہے۔ دیکھئے شکل (1.18(b)) دیکھئے پہلی شکل میں کچھ جگہیں خالی ہیں اور خالی جگہیں شکل میں مستطیل نما ہیں۔ مستطیل نما خالی جگہیں دو مختلف ٹائپ کی ہیں۔ مستطیلوں کی اوپری پرت (Apex) اوپر کی طرف اور نچلی پرت نیچے کی طرف اشارہ کرتی ہے۔

(c) تین ابعاد میں قریبی پیکنگ (Close Packing in Three Dimension)

تمام حقیقی ساختیں تین ابعادی ساختیں ہوتی ہیں۔ ان ابعادی پرتوں کو ایک دوسرے پر رکھنے سے یہ ساختیں حاصل ہوتی ہیں۔ پچھلے سیکشن میں ہم نے دو ابعادی قریبی پیکنگ پر بحث کی ہے۔ یہ دو ابعادی قریبی پیکنگ دو ٹائپ کی تھی ایک مربع نما اور دوسری شش گوشی قریبی پیکنگ۔ اب ہمیں یہ دیکھنا ہے کہ تین ابعادی قریبی پیکنگ کے کون سے ٹائپ ان سے حاصل ہو سکتے ہیں۔

(i) دو ابعادی مربع نما قریبی پیکنگ والی پرتوں سے تین ابعادی قریبی پیکنگ:

جب ہم دوسری قریبی پیکنگ والی مربع نما پرت کو پہلی کے اوپر رکھتے ہیں تو ہم اس اصول کی تقلید کرتے ہیں جس کی تقلید اس وقت کی جاتی ہے جب ایک قطار کو دوسری قطار کے متصل (Adjacent) رکھا جاتا ہے۔ دوسری پرت، پہلی پرت کے اوپر اس طرح رکھی جاتی ہے کہ اوپری پرت کے گولے پہلی پرت کے گولوں کے اوپر ہوتے ہیں۔ اس ترتیب میں دونوں پرتوں کے گولے مکمل طریقے سے افقی طور پر قطاروں میں ہوتے ہیں اور عمودی طور پر بھی (دیکھئے شکل 1.19) اسی طرح ہم ایک کے اوپر ایک اور پرتیں بھی رکھ سکتے ہیں۔ اگر پہلی پرت کے گولوں کی ترتیب A ٹائپ کہلاتی ہے تو تمام پرتوں کی ترتیب اسی طرح ہوگی اس طرح کا پیٹرن ٹائپ AAA ہوگا۔ اور اس طرح جو جالی بنے گی وہ سادہ مکعبی جالی ہوگی اور اس کا اکائی خلیہ ابتدائی مکعبی اکائی خلیہ (دیکھئے شکل 1.19)



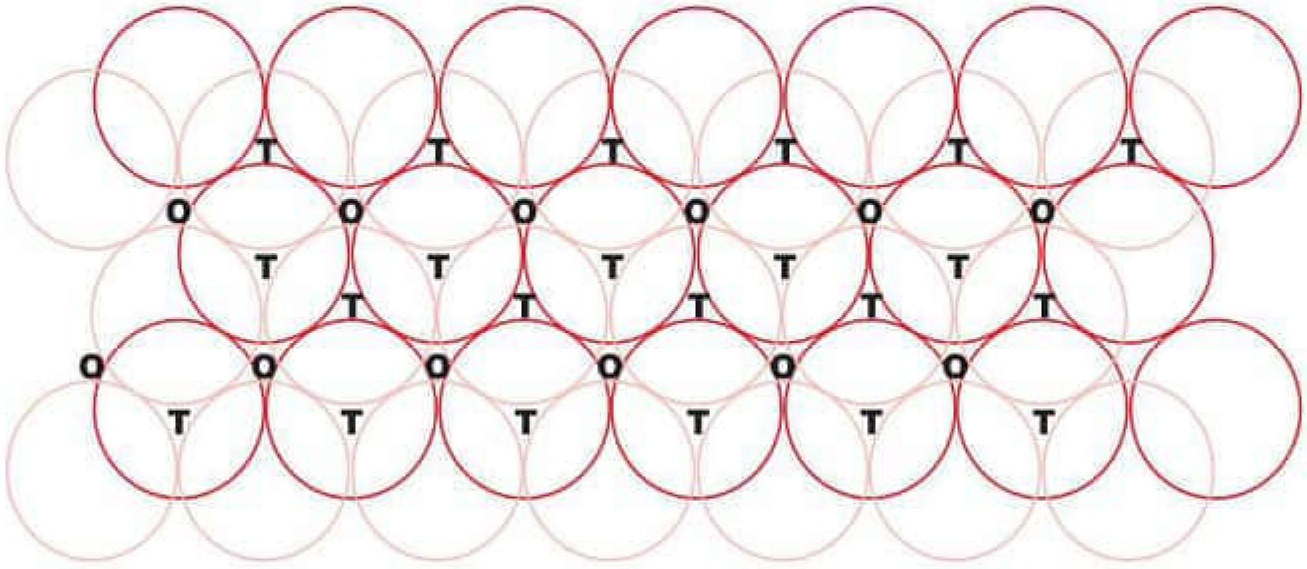
شکل 1.19: AAA ترتیب کے ذریعہ بنائی گئی سادہ مکعبی جالی۔

(ii) دو ابعادی شش گوشی قریبی پیکنگ والی پرتوں سے تین ابعادی قریبی پیکنگ: تین ابعادی قریبی پیکنگ والی ساخت، پرتوں کو ایک دوسرے پر رکھ کر بنائی جاسکتی ہے۔

(a) پہلی پرت پر دوسری پرت رکھ کر

ہم ایک دو ابعادی شش گوشی قریبی پیکنگ والی پرت A کو لیتے ہیں اور اس کے اوپر ایسی ہی ایک اور پرت اس طرح رکھتے ہیں کہ دوسری پرت کے گولے پہلی پرت کے جوف (Depression) میں رکھے جائیں۔ کیونکہ دونوں

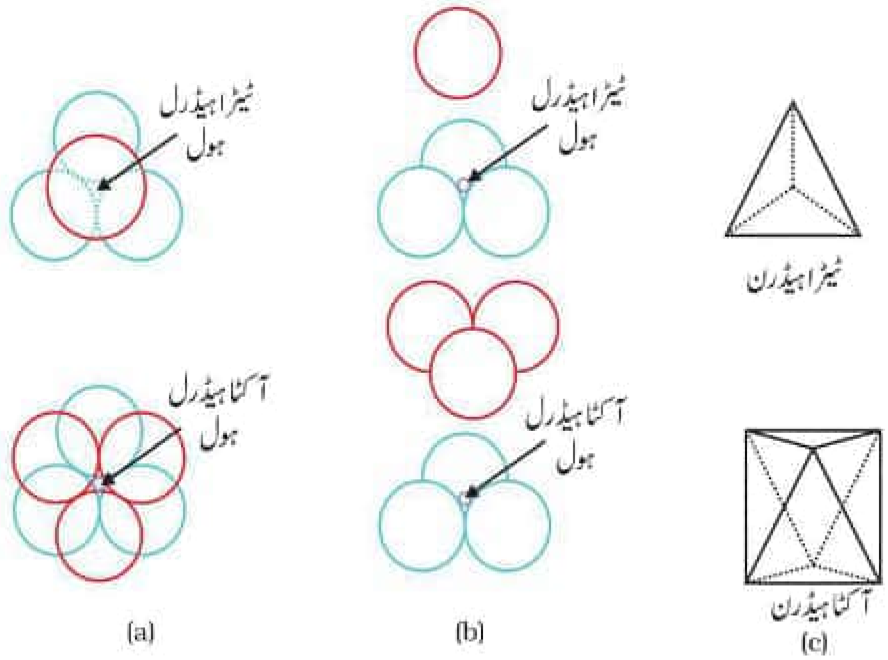
پرتوں کے گولے مختلف قطاروں میں ہیں اس لیے ہم دوسری پرت کو B کہیں گے۔ شکل 1.20 کو دیکھیے کہ پہلی پرت کے تمام مستطیل نما خلا (Voids) دوسری پرت کے گولوں سے ڈھکے ہوئے ہیں اس سے مختلف پرتیں پیدا ہوتی ہیں۔ جب کبھی دوسری پرت کا گولا پہلی پرت کے خلا کے اوپر ہوتا ہے (یا اس کے برعکس ہوتا ہے) تو ایک چوپہلو خلا بن جاتا ہے۔



شکل **1.20** : قریبی پیکنگ والے گولوں کی دوپرتیں اور ان میں پیدا شدہ خلا

T = Tetrahedral (چوپہلو) O = Octahedral (ہشت پہلو)

ان خلاؤں کو چوپہلو خلا کہا جاتا ہے کیونکہ ایسا چوپہلو خلا اس وقت بنتا ہے جب ان چاروں گولوں کے مرکز مل جائیں۔ شکل 1.20 میں ان کو T سے دکھایا گیا ہے۔ ایسا ہی ایک خلا جداگانہ طریقے سے شکل 1.21 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل **1.21** : چوپہلو اور ہشت پہلو خلائیں۔ (a) اوپر سے منظر (b) ترقی ہوئے پہلو کا منظر اور (c) خلا کی جیومیٹریکل شکل۔

دوسری جگہوں پر دوسری پرت کے مستطیل نما خلا پہلی پرت کے مستطیل نما خلا کے اوپر ہیں اور ان کی مستطیل نما شکلیں ایک دوسرے پر چڑھتی نہیں ہیں۔ ان میں سے ایک خلا مستطیل نما کی اوپری پرت (Apex) ہوتی ہے جو اوپر کی طرف اشارہ کرتی ہے جبکہ دوسری نیچے کی طرف اشارہ کرتی ہیں۔ ان خلاؤں کو شکل 1.20 میں 'O' کے طور پر دکھایا گیا ہے۔ ایسے خلا چھ گولوں سے گھرے ہوتے ہیں اور ان کو ہشت پہلو (Octohedral Voids) کہا جاتا ہے۔ ایسا ہی ایک خلا شکل 1.21 میں جدا طور پر دکھایا گیا ہے۔ ان دونوں ٹائپ کے خلاؤں کی تعداد قریبی پیک شدہ گولوں کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے۔

فرض کیجیے قریبی پیک شدہ گولوں کی تعداد N ہے، تو

ہشت پہلو خلاؤں کی بننے والی تعداد $=N$

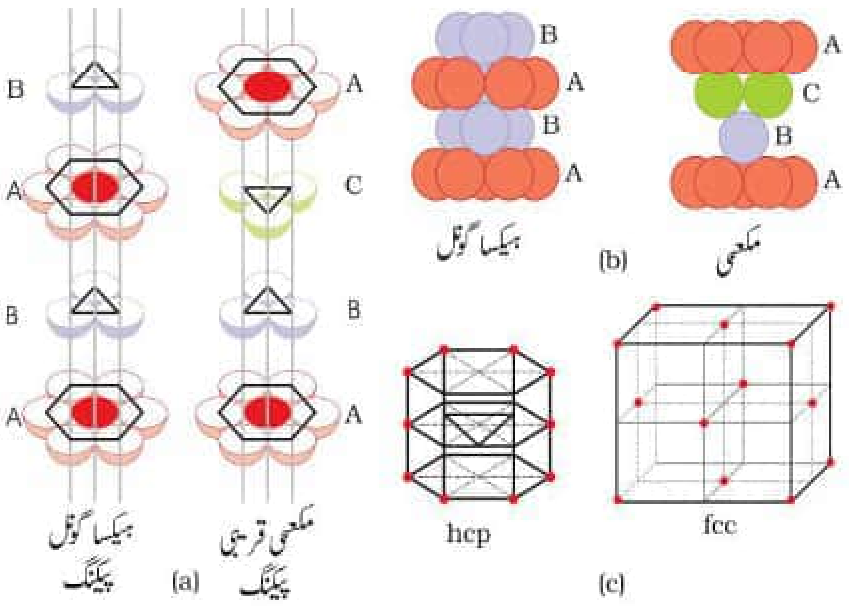
بننے والی چو پہلو خلاؤں کی تعداد ہوگی $= 2N$

(b) دوسری پرت پر تیسری پرت رکھنا

(Placing third Layer over the Second Layer)

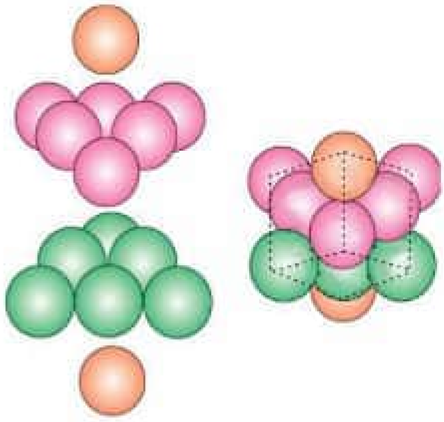
جب تیسری پرت دوسری پرت پر رکھی جاتی ہے تو دو باتیں ممکن ہوتی ہیں۔

(i) چو پہلو خلاؤں کا ڈھک جانا۔ دوسری پرت کو چو ضلعی خلا تیسری پرت کے گولوں سے ڈھکے ہو سکتے ہیں۔ ایسی صورت میں تیسری پرت کے گولے ٹھیک پہلی پرت کے گولوں کی قطار میں ہیں۔ اس طرح گولوں کے پیٹرن (Pattern) کی تکرار متبادل پرتوں (Alternate Layers) میں ہوتی ہے۔ اس پیٹرن کو اکثر ABAB لکھا جاتا ہے۔ اس ساخت کو شش گولی قریبی پیک شدہ (hcp) ساخت کہا جاتا ہے۔ (شکل 1.22) ایٹموں کی اس قسم کی ترتیب میگنیشیم اور زنک جیسی بہت سی دھاتوں میں پائی جاتی ہے۔



شکل 1.22
(a) شش گوشی مکعبی قریبی پیکنگ(hcp) کا ترقیرہ منظر (Exploded View) جو گولوں کی پرتوں کے تلا اوپر ہونے کو دکھاتا ھے۔

(ii) ہشت پہلو خلاؤں کا ڈھکا ہونا (Covering Octahedral Voids) تیسری پرت کو دوسری پرت پر اس طرح رکھا جاسکتا ہے کہ اس کے گولے ہشت پہلو خلاؤں کو ڈھک لیں۔ جب تیسری پرت کو دوسری پرت پر اس طرح رکھا جائے گا تو تیسری پرت کے گولے نہ تو پہلی پرت کی قطار میں ہوں گے اور نہ ہی دوسری پرت کی قطار میں۔ اس ترتیب کو C ٹائپ کہا جاتا ہے۔ ہاں جب چوتھی پرت رکھی جائے گی تب گولے پہلی پرت کے گولوں کی قطار میں ہوں گے۔ (دیکھئے شکل 1.22 اور شکل 1.23) پرتوں کے اس پیٹرن (Pattern) کو ......ABC ABC لکھا جاتا ہے۔ اس ساخت کو مکعبی قریب پیکنگ (CCP) یا چہرہ مرکزی مکعبی (FCC) ساخت کہا جاتا ہے۔ کاپر اور سلور جیسی دھاتیں اس طریقے پر قلماؤ ہوتی ہیں۔



(a) (b)

شکل 1.23 :
(a) ہشت پہلو خلا کے ڈھکا ہونے کی صورت میں پرتوں کی ......ABC ABC ترتیب
(b) اس ترتیب سے تشکیل شدہ ساخت کا حصہ جس کے نتیجے میں مکعبی قریبی پیکنگ والی (CCP) یا چہرہ مرکزی مکعبی (FCC) ساخت بنتی ہے۔

لیکن قریبی پیکنگ کے یہ ٹائپ اونچے درجے کے کارگر (Efficient) ہوتے ہیں اور قلمی 74% جگہ کو بھرتے ہیں۔ ان میں سے ہر ایک میں ایک گولا بارہ گولوں کے تماس (Contact) میں ہوتا ہے۔ اس طرح ان میں سے ہر ایک ساخت میں کوآرڈی نیشن نمبر (Coordination Number) 12 ہوتا ہے۔

1.6.1 کسی مرکب کا فارمولا اور بھرے ہوئے خلاؤں کی تعداد (Formula of a Compound and Number of Voids Filled)

اس سیکشن میں اس سے قبل ہم نے یہ سیکھا ہے کہ جب ذرات کی پیکنگ قریب ہوئی ہے اور نتیجتاً ان کی ساخت CCP یا hcp ہوتی ہے تو دو قسم کے خلا پیدا ہوتے ہیں۔ اس صورت میں جب کہ جالی میں موجود ہشت پہلو خلاؤں کی تعداد قریبی پیکنگ والے ذرات کی تعداد کے مساوی ہوتی ہے، تو پیدا شدہ چو پہلو خلاؤں کی تعداد دوگنی ہوتی ہے۔ ایونک ٹھوسوں میں بڑے آین (عام طور پر این آئن) قریبی پیکنگ والی ساخت کی تشکیل کرتے ہیں اور چھوٹے آئن (عام طور پر کیٹائن) خلاؤں کی جگہ لے لیتے ہیں۔ اگر موخرالذکر آین بہت چھوٹے ہیں تو چو پہلو خلاؤں کی جگہ گھر جاتی ہے اور اگر ذرا بڑے ہیں تو ہشت پہلو خلاؤں کی جگہ گھر جاتی ہے۔ کسی مرکب (Compound) میں ان ہشت پہلو یا چو پہلو خلاؤں کا حصہ جن کی جگہ گھر جاتی ہے، کپاؤنڈ کے کیمیائی فارمولے پر منحصر ہے۔ اس بات کو مندرجہ ذیل مثالوں سے سمجھا جاسکتا ہے۔

مثال 1.1

دو عناصر X اور Y سے کسی مرکب کی تشکیل ہوتی ہے۔ عنصر Y اور کے ایٹم (این آئن کے روپ میں) CCP بناتے ہیں اور عنصر X کے ایٹم (کیٹائن کے روپ) ہشت پہلو خلاؤں کی جگہ گھیرتے ہیں۔ بتائیے کپاؤنڈ کا فارمولہ کیا ہے؟

حل

خالی CCP کی تشکیل عنصر Y سے ہوتی ہے۔ پیدا شدہ ہشت پہلو خلاؤں کی تعداد اس میں موجود Y ایٹموں کی تعداد کے مساوی ہوتی ہے۔ چونکہ عنصر X کے ایٹم ہشت پہلو خلاؤں کی جگہ گھیر لیتے ہیں اس طرح ان کی تعداد بھی عنصر Y کے ایٹموں کی تعداد کے مساوی ہوتی ہے۔ اس طرح عناصر X اور Y کے ایٹم مساوی تعداد میں یا 1:1 نسبت میں موجود ہوتے ہیں۔ اس سے کپاؤنڈ کا فارمولا XY ہے۔

مثال 1.2

عنصر B کے ایٹم hcp جالی بناتے ہیں اور عنصر A کے ایٹم چو پہلو خلاؤں کا $\frac{2}{3}$ حصہ گھیر لیتے ہیں۔ عناصر A اور B کے ذریعہ تشکیل شدہ کمپاؤنڈ کا فارمولا ہے؟

حل

تشکیل شدہ چو پہلو خلاؤں کی تعداد عنصر B کے ایٹوں کی تعداد کے دوگنے کے برابر ہوگی اور عنصر A کے ایٹم ان کے $\frac{2}{3}$ تہائی حصے کو گھیر لیں گے۔ اس طرح عناصر A اور B کی تعداد کی نسبت 2(2/3):1 یا 4:3 ہوگی اور کمپاؤنڈ کا فارمولا A_4B_3 ہوگا۔

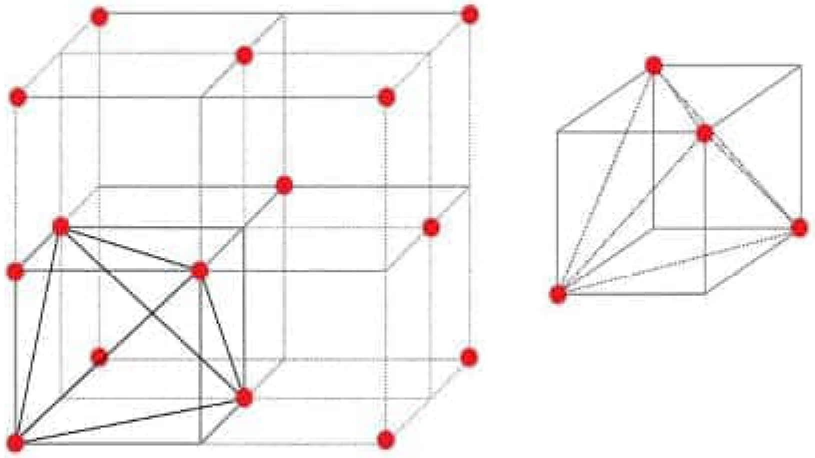
چوپہلو اور ہشت پہلو خلاؤں کا معلوم کرنا: *(Locating Tetrahedral and Octahedral Voids)*

ہم یہ جانتے ہیں کہ قریبی پیکنگ والی ساختوں کے خلا چو پہلو یا ہشت پہلو ہوتے ہیں۔ ہم CCP (یا FCC) ساخت کو لیتے ہیں اور اس میں ان خلاؤں کا پتہ لگاتے ہیں۔

(a) چوپہلو خلاؤں کا پتہ لگانا

ہم CCP یا FCC جالی کے ایک یونٹ سیل پر غور کرتے ہیں (دیکھیے شکل (a)) یہ یونٹ سیل آٹھ چھوٹے مکعبوں میں منقسم ہے۔

ہر چھوٹے مکعب کے ایٹم متبادل کارنروں (Alternate Corners) پر ہیں (دیکھیے شکل (a)) ہر چھوٹے مکعب میں چار ایٹم ہیں۔ جب یہ ایک دوسرے سے متصل ہوتے ہیں تو ایک باقاعدہ چو پہلو (Tetra hedron) بناتے ہیں۔ اس طرح ہر چھوٹے مکعب میں ایک چو پہلو خلا ہوتا ہے اور مجموعی طور پر آٹھ چو پہلو خلا ہوتے ہیں۔ CCP ساخت کے ہر یونٹ سیل میں آٹھوں چھوٹے مکعبوں کا ایک خلا ہوتا ہے۔ اس طرح چو پہلو خلاؤں کی تعداد ایٹوں کی تعداد کا دوگنا ہوتی ہے۔



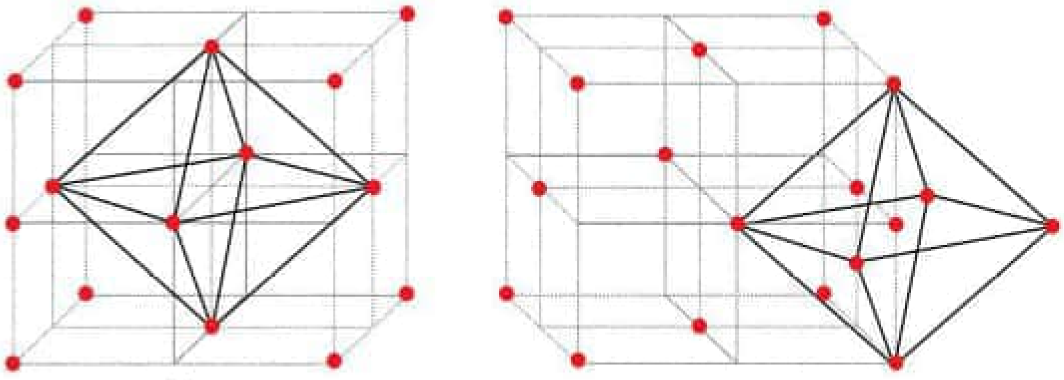
(a) (b)

شکل 1: (a) CCP ساخت ہر یونٹ سیل میں آٹھ چوپہلو خلا (b) ایک چوپہلو خلا جیومیٹری دکھاتا ہے۔

(b) ہشت پہلو خلاؤں کا پتہ لگانا

ہم CCP یا FCC جالی کے ایک یونٹ سیل پر پھر غور کرتے ہیں (دیکھیے شکل 2(a)) مکعب C کے جسمی مرکز (Body Centre) کی جگہ بھری ہوئی نہیں ہے لیکن رُخ مرکزوں (Face Centres) پر وہ چھ ایٹوں سے گھرا ہوا ہے۔ اگر یہ رُخ مرکز (Face Centres) متصل ہو جائیں تو ایک ہشت پہلو بن جاتا ہے۔ اس طرح مکعب کے جسمی مرکز (Body Centre) پر اس یونٹ سیل کا ایک ہشت پہلو خلا

ہوگا۔ جسمی مرکز کے علاوہ ہر تمام بارہ کناروں کے مرکز پر ایک ہشت پہلو خلا ہوگا۔ (دیکھیے شکل (2(b)) یہ چھ ایٹموں سے گھرا ہوگا۔ ان میں تین کا تعلق اس یونٹ سیل سے ہوگا (2 کارنروں پر اور ایک رُخ مرکز پر) اور تین کا تعلق پڑوسی یونٹ سیلوں سے ہوگا۔ چونکہ ہر مکعب کا کنارہ چار پڑوسی یونٹ سیلوں کے درمیان بنا ہوتا ہے اس لیے ہشت پہلو خلا بھی اس پر واقع ہوگا۔ ہر خلا کا صرف 1/4 چوتھا حصہ ایک مخصوص یونٹ سیل سے تعلق رکھتا ہے۔



(a) (b)

شکل 2: CCP یا شکل FCC حالی کے ایک یونٹ سیل ہشت پہلو خلاؤں کا وقوع (a) مکعب کے جسمی مرکز (Body Centre) اور (b) ہر کنارے کے مرکز پر (یہاں صرف ایک خلا دکھایا گیا ھے)

اس طرح ہر مکعبی قریبی پیک شدہ ساخت ہیں:

مکعب کے جسمی مرکز پر ہشت پہلو خلا = 1

ہر کنارے پر واقع چار یونٹ سیلوں میں بٹے 12 ہشت پہلو خلا

$$12 \times \frac{1}{4} = 3$$

∴ ہشت پہلو خلاؤں کی کل تعداد = 4

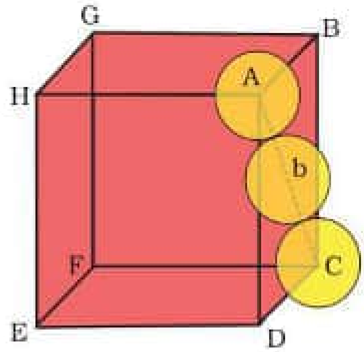
ہم جانتے ہیں کہ CCP ساخت میں ہر یونٹ سیل کے 4 ایٹم ہوتے ہیں اس طرح ہشت پہلو خلاؤں کی تعداد اس تعداد کے مساوی ہوتی ہے۔

1.7 پیکنگ کارکردگی (Packing Efficiency)

تشکیلی ذرات (ایٹم سالمات یا آین) کسی بھی طور پر پیک ہوں وہاں خلاؤں کی شکل میں کچھ نہ کچھ خالی جگہ (Free Space) ہمیشہ ہوگی۔ پیکنگ کارکردگی کے ذرات کے ذریعے بھری جانے والی مجموعی جگہ کا فیصد ہوتا ہے۔ اب ہم مختلف قسم کی ساختوں میں پیکنگ کارکردگی (Efficiency) کی تحسیب کرتے ہیں۔

1.7.1 hcp اور ccp ساختوں میں پیکنگ کی کارکردگی

دونوں ٹائپ کی قریبی پیکنگ (hcp اور ccp) مساوی طور پر کارگر (Efficient) ہوتی ہے۔ پہلے ہم ccp ساخت میں پیکنگ کی کارکردگی کا حساب لگاتے ہیں۔ شکل 1.24 میں یونٹ سیل کے کنارے کے لمبائی مان لیجیے 'a' ہے اور b=Face Diagonal Ac



شکل 1.24: مکعبی وضاحت کے خیال سے قریبی پیکنگ کی دوسری اطراف گولوں کے ساتھ نہیں دی گئی ہیں۔

$$AC^2 = b^2 = BC^2 + AB^2$$

$$= a^2 + a^2 = 2a^2 \text{ or}$$

$$b = \sqrt{2}a$$

اگر گولے کا قطر r ہے تو ہمیں علم ہو جاتا ہے

$$b = 4r = \sqrt{2}a$$

یا $a = \frac{4r}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}r$

ہم اس طرح بھی لکھ سکتے ہیں $r = \frac{a}{2\sqrt{2}}$

ہم جانتے ہیں کہ ccp ساخت میں ہر یونٹ سیل کے موثر طور پر چار گولے ہوتے ہیں چاروں گولوں کا مجموعی حجم $4\times(4/3)\pi r^3$ اور مکعب کا حجم = a^3 or $(2\sqrt{2}r)^3$

اس لیے

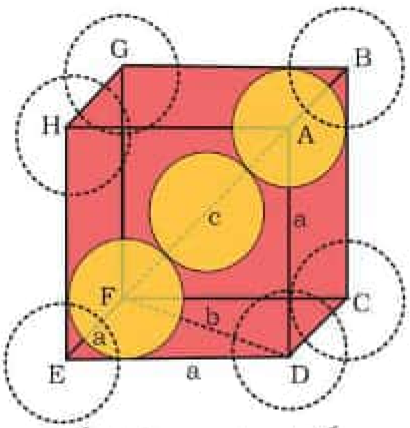
پیکنگ کارکردگی = (یونٹ سیل میں موجود چاروں گولوں کے ذریعہ گھیرا گیا حجم ×100) / (یونٹ سیل کا کل حجم) %

$$= \frac{4\times(4/3)\pi r^3 \times 100}{(2\sqrt{2}r)^3}\%$$

$$= \frac{(16/3)\pi r^3 \times 100}{16\sqrt{2}r^3}\% = 74\%$$

1.7.2 جسم مرکزی مکعبی ساختوں میں پیکنگ کی کارکردگی (Efficiency of Packing in Body-Centred Cubic Structures)

شکل 1.25 سے یہ بات واضح ہو جاتی ہے کہ مرکز پر ایٹم ان دونوں دوسرے ایٹموں سے ملا ہوا رہتا ہے جن کی ترتیب وتری (Digonal) ہوتی ہے۔



شکل 1.25: جسم مرکزی مکعبی یونٹ سیل (گولے مع وتر (Digonal Body) کے ٹھوس حدود (Solid Boundaries) کے ساتھ دکھائے گئے ہیں)

In Δ EFD,

$$b^2 = a^2 + a^2 = 2a^2$$

$$b = \sqrt{2}a$$

اب Δ AFD میں

$$c^2 = a^2 + b^2 = a^2 + 2a^2 = 3a^2$$

$$c = \sqrt{3}a$$

جسمی وتر C (Body Diagonal) 4r کے مساوی ہے جب کہ r گولے (ایٹم) کا قطر ہے کیونکہ تینوں گولے وتر کے ساتھ ساتھ ایک دوسرے کو چھوتے ہیں۔

اس لیے $\sqrt{3}a = 4r$

$$a = \frac{4r}{\sqrt{3}}$$

ہم اس طرح بھی لکھ سکتے ہیں $r=\frac{\sqrt{3}}{4}a$

اس ٹائپ کی ساخت میں ایٹموں کی کل تعداد 2 ہوتی ہے اور ان کا حجم $2\times\left(\frac{4}{3}\right)\pi r^3$ ہوتا ہے۔

مکعب a^3 کا حجم $\left(\frac{4}{\sqrt{3}}r\right)^3$ یا $a^3=\left(\frac{4}{\sqrt{3}}r\right)^3$ کے مساوی ہوگا۔

اس لیے

$$\text{پیکنگ کارکردگی} = \frac{\text{یونٹ سیل میں موجود چاروں گولوں کے ذریعہ گھیرا گیا حجم}\times 100}{\text{یونٹ سیل کا کل حجم}}\%$$

$$=\frac{2\times(4/3)\pi r^3\times100}{\left[\left(4/\sqrt{3}\right)r\right]^3}\%$$

$$=\frac{(8/3)\pi r^3\times100}{64/\left(3\sqrt{3}\right)r^3}\%=68\%$$

1.7.3 سادہ مکعبی جالی میں پیکنگ کی کارکردگی (Packing Efficiecy in Simple Cubic Lattice)

ایک سادی مکعبی جالی میں ایٹم صرف مکعب کے کارنروں پر واقع ہوتے ہیں اور ذرات کنارے کے ساتھ ساتھ ایک دوسرے کو چھوتے ہیں۔ (شکل 1.26) اس طرح کنارے کی لمبائی یا مکعب کی سائڈ 'a' اور ہر ذرے کا قطر r اس طرح مربوط ہوتے ہیں

$a=2r$

یونٹ سیل کا حجم $a^3=(2r)^3=8r^3$

چونکہ ایک سادا یونٹ سیل میں صرف 1 ایٹم ہوتا ہے

مقبوضہ (Occupied) جگہ کا حجم $=\frac{4}{3}\pi r^3$

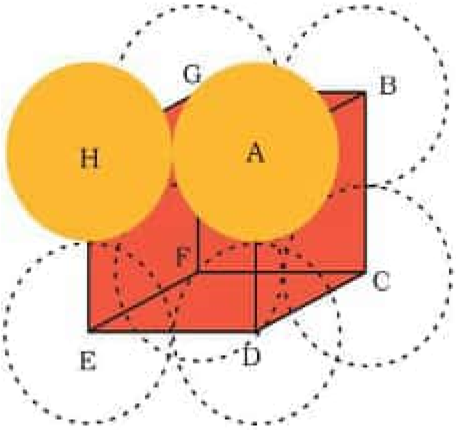
$\therefore$ پیکنگ کارکردگی =

$$=\frac{\text{ایک ایٹم کا حجم}}{\text{مکعبی یونٹ سیل کا حجم}}\times100\%$$

$$=\frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{8r^3}\times100=\frac{\pi}{6}\times100$$

$$=52.36\%=52.4\%$$

اس طرح ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ ccp اور hcp ساختوں کی پیکنگ کی کارکردگی زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے۔



شکل 1.26: سادا مکعبی یونٹ سیل۔ گولے مکعب کے تمام کنارے کے ساتھ ساتھ ایک دوسرے کے تماس میں ھیں

1.8 تحسیب جس میں یونٹ سیل ابعاد شامل ہیں (Calculations Involving Unit Cell Dimensions)

یونٹ سیل ابعاد سے، یونٹ سیل کے حجم کی تحسیب (Calculation) ممکن ہے۔ اگر دھات کی کثافت معلوم ہے تو ہم یونٹ سیل میں ایٹموں کی کمیت کی تحسیب کر سکتے ہیں۔ ایک تنہا ایٹم کی کمیت کے تعین سے ہمیں ایووگیڈرو مستقل (Avogadro Constant) کے تعین کا ٹھیک ٹھیک طریقہ معلوم ہوسکتا ہے۔ فرض کر لیجیے ایک مکعبی قلم کے یونٹ سیل کے کنارے کے لمبائی (Edge Length) جسے ایکسرے انکسار (X-ray Diffraction) کے ذریعہ متعین کیا گیا ہے، a ہے۔ ٹھوس شے (Substance) کی کثافت d ہے اور مولر ماس (Molar Mass) m ہے۔ ایک مکعبی قلم کے معاملے میں:

ایک یونٹ سیل کا حجم = a^3

یونٹ سیل کی کمیت = ہر ایٹم کی کمیت × کمیت میں ایٹموں کی تعداد = $z \times m$

یہاں z ایک یونٹ سیل میں موجود ایٹموں کی تعداد ہے اور m ایک تنہا ایٹم کی کمیت ہے۔

یونٹ سیل میں موجود ایک ایٹم کی کمیت:

$$m = \frac{M}{N_A} \text{ (M is molar mass)}$$

اس لیے

$$\text{یونٹ سیل کی کثافت} = \frac{\text{یونٹ سیل کی کمیت}}{\text{یونٹ سیل کا حجم}}$$

$$= \frac{z.m}{a^3} = \frac{z.M}{a^3.N_A} \quad or \quad d = \frac{zM}{a^3N_A}$$

یاد رکھیے کہ یونٹ سیل کی کثافت وہی ہے جو شے کثافت ہے۔ ٹھوس کی کثافت کو دوسرے طریقوں سے معلوم کیا جاتا ہے۔ پانچ پیرامیٹروں (d، M، z، a اور N_A) میں سے اگر کوئی سے چار معلوم ہیں تو ہم پانچویں کو معلوم کر سکتے ہیں۔

مثال 1.3

ایک عنصری ساخت bcc (جسم مرکزی مکعبی) ہے جس میں 288 pm سیل کی کگر (Cell Edge) ہے۔ عنصر کی کثافت $7.2 g/cm^3$ ہے عنصر کے 208 g میں کتنے ایٹم موجود ہیں۔

حل

یونٹ سیل کا حجم $= (288\ pm)^3$

$=(288 10^{-12} m) = (288 10^{-10}\ cm)^3$

$= 2.39 10^{-23}\ cm^3$

$$\text{عنصر کے 208 g کا حجم} = \frac{\text{کمیت}}{\text{کثافت}} = \frac{208g}{7.2\,g\,cm^{-3}} = 28.88\,cm^3$$

اس حجم میں یونٹ سیلوں کی تعداد

$$= \frac{28.88 cm^3}{2.39 \times 10^{-23} cm^3 / \text{unit cell}} = 12.08 \times 10^{23} \text{ unit Cells}$$

کیونکہ ہر *bcc* مکعبی یونٹ سیل میں 2 ایٹم شامل ہوتے ہیں اس لیے g 208 میں

ایٹموں کی کل تعداد = 2 (atoms/unit cell) 12.08 10^{23} unit cells

$=24.16 10^{23}$ atoms.

مثال 1.4 ایکسرے انکسار (X-ray diffraciton) کا مطالعہ بتاتا ہے کہ کاپر ایک FCC یونٹ سیل میں قلماؤ ہوتا ہے جس کا سیل کگر (Cell Edge) cm $3.608 10^{8}$ کا ہوتا ہے۔ ایک دوسرے تجربہ میں کاپر کی کثافت کا تعین $8.92 \ g/cm^3$ ہوتا ہے۔ کاپر کی ایٹمی کیت کی معلوم کیجیے۔

حل *fcc* جالی کی صورت میں فی یونٹ سیل، ایٹموں کی تعداد z = 4 atom

اس لیے $M = \frac{dN_A a^3}{z}$

$$= \frac{8.92 \, g \, cm^{-3} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ atoms mol}^{-1} \times (3.608 \times 10^{-8} cm)^3}{4 \text{ atoms}}$$

=63.1 g/mol

کاپر کی ایٹمی کیت =63.14

مثال 1.5 سلور *ccp* جالی بناتی ہے اور اس کے قلموں کا مطالعہ بتاتا ہے کہ اس کے یونٹ سیل کے کنارے کی لمبائی (Edge Length) pm 408.6 ہے سلور کی کثافت معلوم کیجیے (ایٹمی کیت = 107.94)

حل چونکہ جالی CCP ہے، فی یونٹ سیل سلور ایٹموں کی تعداد ہے=4 z = 4

چاندی کی مولر کیت = $107.9 10^{-3}$ kg mol^{-1} = 107.9 g mol^{-1}

یونٹ سیل کی کناری لمبائی = a = 408.6 pm= $408.6 10^{-12}$m

کثافت $d = \frac{z.M}{a^3.N_A}$

$$= \frac{4 \times (107.9 \times 10^{-3} kg \, mol^{-1})}{(408.6 \times 10^{-12} m)^3 (6.022 \times 10^{23} mol^{-1})} = 10.5 10^3 \, kg \, m^{-3}$$

$=10.5 \ g \ cm^{-3}$

متن پر مبنی سوالات

1.14 ایک مربع نما قریبی پیک شدہ پرت میں ایک سالمے کا دو ابعادی کوارڈی نیشن نمبر کیا ہے؟

1.15 ایک کمپاؤنڈ، شش گوشی قریبی پیک شدہ ساخت بناتا ہے۔ اس کے 0.5 mol میں خلاؤں کی مجموعی تعداد کیا ہوگی۔ ان میں سے کتنے خلا چو سطحی (Tetra Hedral) ہوں گے۔

1.16 ایک مرکب دو عناصر M اور N سے تشکیل پاتا ہے۔ عنصر N, ccp بناتا ہے اور M کے ایٹم چو پہلو خلاؤں کے 1/3 حصے پر قبضہ کرتے ہیں۔ کمپاؤنڈ کا فارمولا کیا ہے؟

1.17 مندرجہ ذیل جالیوں میں سے کس جالی کی پیکنگ کارکردگی سب سے اونچی ہے؟
(i) سادہ مکعبی (ii) جسم مرکزی مکعبی (iii) شش گوشی قریبی پیک شدہ جالی

1.18 ایک عنصر جس کی مولر کمیت $2.1 \times 10^{2}\ kg\ mol^{-1}$ ہے ایک مکعبی یونٹ سیل بناتا ہے جس کی کگر کی لمبائی 405 pm (Edge Length) ہے اگر اس کی کثافت $2.7 \times 10^{3}\ kg^{3}$ ہے تو اس کے مکعبی یونٹ سیل کی نوعیت (Nature) کیا ہوگی؟

1.9 ٹھوسوں میں کمیاں (Imperfections in Solids)

قلمی ٹھوسوں کے ترکیبی ذرات کی ترتیب میں اگر چہ ان ٹھوسوں کا نظام مختصر رینج (Range) کا بھی ہوتا ہے اور طویل رینج کی بھی قلمیں کامل (Perfect) نہیں ہوتے۔ عام طور پر ایک ٹھوس چھوٹی قلموں کی بڑی تعداد کے ایک مجموعے پر مشتمل ہوتا ہے۔ ان چھوٹی قلموں (Crystals) میں نقائص (defects) ہوتے ہیں۔ ایسا اس وقت ہوتا ہے جب کرسٹلائزیشن کا عمل تیز یا درمیانی شرح پر وقوع پذیر ہوتا ہے۔ تنہا کرسٹل اس وقت تشکیل پاتے ہیں جب کرسٹلائزیشن کا عمل بہت ہی سست شرح سے وقوع پذیر ہوتا ہے۔ یہ کرسٹل بھی نقائص سے آزاد نہیں ہوتے۔ یہ نقائص بنیادی طور سے وہ بے قاعدگیاں (Irregularities) ہیں جو ترکیبی ذرات کی ترتیب میں ہوتی ہیں۔ اگر ذرا وسیع پیمانے پر کہیں تو یہ نقائص دو ٹائپ کے ہوتے ہیں ایک ان میں سے نقطی نقائص *(Point Defects)* کہلاتے ہیں اور دوسرے خطی نقائص *(Line Defects)*۔ ایک قلمی شے (Crystalline Substance) میں کسی ایٹم یا نقطے کے چاروں طرف مثالی ترتیب (Ideal Arrrangment) سے انحرافات یا بے قاعدگیوں کو نقطی نقائص کہتے ہیں جب کہ جالی کے نقطوں کی تمام قطاروں میں مثالی ترتیب سے انحرافات یا بے قاعدگیوں کو خطی نقائص کہتے ہیں۔ قلمی نقائص (Crystal Defects) کہلاتے ہیں۔ ہم اپنی بحث کو صرف نقطی نقائص (Point Defects) تک ہی محدود رکھیں گے۔

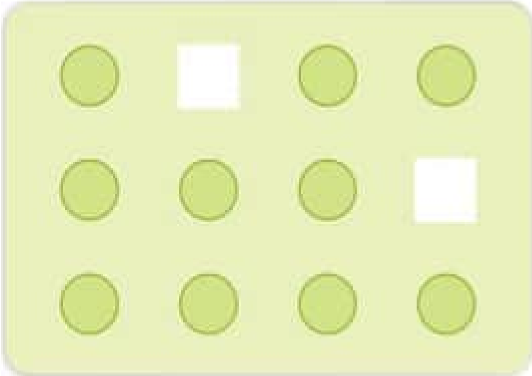
1.9.1 نقطی نقائص کی قسمیں (Types of Point Defects)

نقطی نقائص کی زمرہ بندی تین قسموں میں کی جاسکتی ہے: (i) تناسب پیائی نقائص (Stoichiometric Defects) (ii) ملاوٹی نقائص (Impurity Defects) (iii) غیر تناسب پیائی نقائص (Non-Stoichiomentrec Defects)

(a) تناسب پیمائی نقائص (Stoichiometric Defects)

یہ وہ نقطی نقائص ہیں جو ٹھوسوں کی تناسب پیائی (Stoichiomentry) میں خلل نہیں ڈالتے۔ ان کو ذاتی (Intrinsic) یا حرکیاتی (Thermodynamic Defect) نقائص بھی کہا جاتا ہے۔ یہ بنیادی طور پر دو قسم کے ہوتے ہیں یعنی ایک خلائی نقائص (Vacancy Defects) اور دوسرے شگافی نقائص (Interstitial Defects)

(i) خلائی نقص (Vacancy Defect): جب جالی کے کچھ مقامات خالی ہوتے ہیں تو کہا جاتا ہے کہ کرسٹل میں خلائی نقص (Vacany Defect) ہے۔ (دیکھیے شکل 1.27) اس کے نتیجے میں شے (Substance)

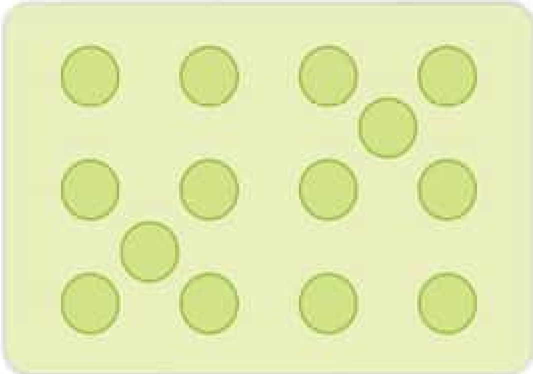


شکل 1.27: خلائی نقائص

کی کثافت میں کمی ہوتی ہے۔ یہ نقص(Defect)اس وقت بھی رونما ہوجاتا ہے جب ایک شے (Substance) کوگرم کیا جاتا ہے۔

(ii) شگافی نقص(Interstital Defect) جب کچھ ترکیبی ذرات (ایٹم یا سالمے) کسی شگافی جگہ کوگھیر لیتے ہیں تو کہا جاتا ہے کہ کرسٹل میں شگافی نقص ہے (دیکھیے شکل1.28) یہ نقص شے کی کثافت کو بڑھا دیتا ہے۔

خلائی اور شگافی نقائص کو جن کی اوپر تشریح کی گئی ہے غیر آیونک ٹھوسوں کے ذریعے دکھایا جاسکتا ہے۔ آیونک ٹھوس برقی تعدیلیت (Electrical Neutrality) کو ہمیشہ برقرار رکھتے ہیں۔ سادہ خلائی اور شگافی نقائص سے زیادہ ایونک ٹھوس ان نقائص کو Frenkel اور Schottky نقائص کے طور پر ظاہر کرتے ہیں۔



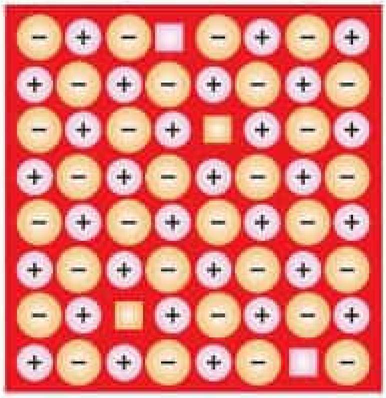
شکل1.28: شگافی نقائص

(iii) فرینکل نقص(Frenkel Defect): آیونک ٹھوس اس طرح کے نقص (Defect) کو ظاہر کرتے ہیں۔ زیادہ چھوٹا آین (عام طور پر کیٹایَن) اپنی عام جگہ(Normal Site) سے ہٹ کر شگافی جگہ (Interstitial Site) لے لیتا ہے (دیکھیے شکل1.29) اس طرح یہ اپنے اصلی محل وقوع پر خلائی نقص اور اپنے نئے محل وقوع پر شگافی نقص (Interstitial Defect) پیدا کرتا ہے۔

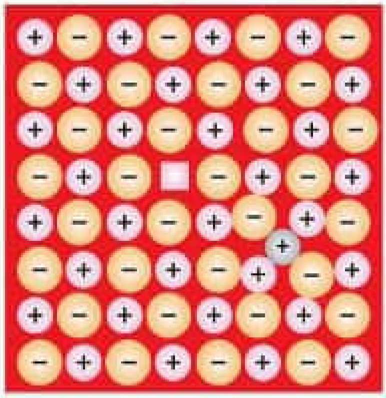
فرینکل نقص کوخلاع قلمی (Dislocation Defect) بھی کہتے ہیں۔ یہ نقص، ٹھوس کی کثافت کوتبدیل نہیں کرتا۔ فرینکل نقص آیونک شے کے ذریعے ظاہر ہوتا ہے جس میں آینوں کے سائز میں زیادہ فرق ہوتا ہے۔ مثلاً ZnS, AgCl, AgBr اور AgI جو Zn^{2+} اور Ag^+ آینوں کے چھوٹے سائزوں کی وجہ سے ہوتا ہے۔

(iv) شاٹ کی نقص(Schottky Defect): یہ بنیادی طور پر آیونک ٹھوسوں میں ایک خلائی نقص ہے۔ برقی تعدیلیت (Electrical Neutrality) کو برقرار رکھنے کے لیے مفقود کیٹائنوں (Missing Cations) اور اینائنوں کی تعداد برابر ہوتی ہے۔ (شکل1.30)

سادے خلائی نقص (Simple Vacancy Defect) کی طرح شاٹکی نقص (Shottky Defect) بھی شے (Substance) کی کثافت کو گھٹا دیتا ہے۔ آیونک ٹھوسوں میں ایسے نقائص کا نمبر بہت اہم ہے۔ مثال کے طور پر NaCl کمرے کے درجۂ حرارت پر تقریباً 10^6 شاٹکی جوڑے (Schottky Pairs) فی مربع cm (cm^3) ہوتے

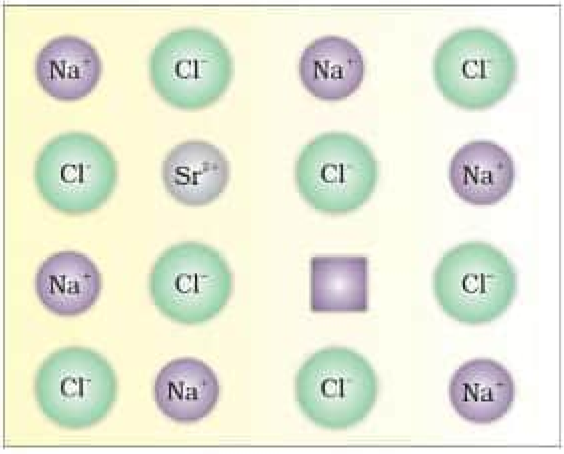


شکل 1.30: شاٹکی نقائص



شکل 1.29: فرینکل نقائص

ہیں۔ $1cm^3$ میں تقریباً 10^{22} آئن ہوتے ہیں۔ اس طرح فی 10^{16} آئنوں میں ایک شاٹکی نقص ہوتا ہے۔ شاٹکی نقص ان ایونک اشیا (Substance) میں ظاہر ہوتا ہے جن میں کیٹائن اور اینائن تقریباً یکساں سائز کے ہوتے ہیں۔ مثلاً AgBr، KC1، NaC1 اور CsC1 اور یہ بات یاد رکھنے کی ہے کہ AgBr دونوں کا اظہار کرتا ہے یعنی فرینکل نقص کا بھی اور شاٹکی نقص کا بھی۔



شکل 1.31: NaC1 میں Na^+ کو Sr^{2+} سے عوض کر کے کیٹائن خلا۔(Cation Vacancy) کا تعارف:

(b) ملاوٹی نقائص (Impurity Defects)

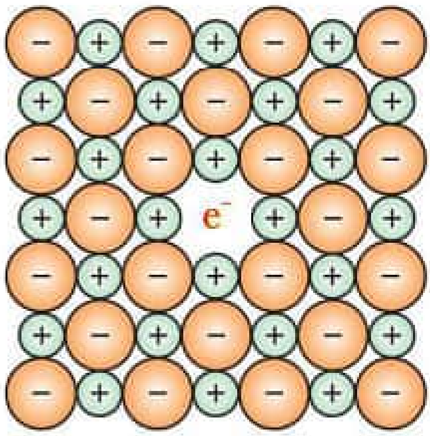
اگر پگھلا ہوا NaC1 جس میں $SrC1_2$ کی تھوڑی تعداد شامل ہو کرسٹلائزڈ ہوتا ہے، Na^+ آئنوں کی کچھ جگہیں Sr^{2+} کے ذریعے گھر جاتی ہیں۔ (دیکھیے شکل 1.31) ہر Sr^{2+} دو Na^+ کی جگہ لیتا ہے۔ یہ ایک آئن کی تو جگہ لے لیتا ہے اور دوسری جگہ خالی رہتی ہے۔ اس طرح جو کیٹاینک (Cationic) خالی جگہیں پیدا ہوتی ہیں ان کا نمبر Sr^{2+} آئنوں کے نمبر کے برابر ہوتا ہے۔ اسی طرح کی ایک دوسری مثال $CdC1_2$ اور AgC1 کا ٹھوس محلول ہے۔

(c) غیر تناسبی نقائص (Non-Stoichiometric Defects)

اب تک جن نقائص کا ذکر ہوا وہ قلمی اشیا (Substace) کی تناسب پیائی (Stoichiometry) میں خلل نہیں ڈالتے۔ بہرحال بہت سے ایسے غیر تناسب (Non-Stoichiometric) غیر نامیاتی (Inorganic) ٹھوس معلوم ہیں جن کے ترکیبی عناصر اپنی کرسٹل ساختوں میں نقائص کی وجہ سے غیر تناسب نسبت میں ہوتے ہیں۔ یہ نقائص دو ٹائپ کے ہوتے ہیں: ایک کثیر دھاتی نقص (Metal Excess Defect) اور دوسرا قلیل دھاتی نقص (Metal Deficiency Defect)

(i) کثیر دھاتی نقص (Metal Excess Defect)

- اینایونک خلاؤ (Anionic Vacanci) کی وجہ سے کثیر دھاتی نقص: NaCl اور KCl جیسے القلی ہیلائڈ اس ٹائپ کے نقص (Defect) کا اظہار کرتے ہیں۔ جب NaC1 کے کرسٹل سوڈیم ویپر (Vapour) کی فضا میں گرم کیے جاتے ہیں تو سوڈیم ایٹم کرسٹل کی سطح (Surface) پر اکٹھے ہوجاتے ہیں۔ C1 آئن کرسٹل کی سطح پر نفوذ کرتے ہیں اور Na ایٹموں سے متحد ہوکر NaC1 بناتے ہیں۔ ایسا اس وقت ہوتا ہے جب سوڈیم ایٹم Na^+ آئن بنانے کے لیے الیکٹرون ضائع کرتے ہیں۔ اخراج شدہ الیکٹرون کرسٹل میں نفوذ کرتے ہیں اور اینایونک جگہوں کو گھیر لیتے ہیں۔ (دیکھیے شکل 1.32) نتیجے کے طور پر اب کرسٹل میں سوڈیم کی کثرت ہوجاتی ہے۔ اینایونک جگہیں (Anionic Sites) جنھیں غیر جوڑی دار (Unpaired) الیکٹرون گھیر لیتے ہیں ایف سنٹر (F-Centre) کہلاتی ہیں۔ یہ لفظ F-Centre جرمن لفظ Farbenzenter سے بنایا گیا ہے جس کے معنی کلر سینٹر (Colour



شکل 1.32: ایک کرسٹل میں ایف سینٹر (F-Centre)

Centre) یہ NaC1 کے کرسٹلوں کو پیلا رنگ دے دیتے ہیں۔ یہ رنگ، ان الیکٹرونوں کی برانگیختگی کا نتیجہ ہوتا ہے جو کرسٹلوں پر پڑنے والی مرئی روشنی سے توانائی جذب(Absorb) کر لیتے ہیں۔ اسی طرح لیتھیم(Lithium) کی کثرات LiC1 کرسٹلوں کو گلابی(Pink) بنا دیتی ہے اور پوٹاشیم کی کثرت سے KC1 کرسٹل بنفشی(Violet) یا ارغوانی(Lilac) بن جاتا ہے۔

- شگافی جگہوں (Interstitial Sites) پر ایکسٹرا کیٹائنوں کی موجودگی کی وجہ سے کثیر دھاتی نقص: کمرے کے درجہ حرارت پر زنک آکسائیڈ کا رنگ سفید ہوتا ہے۔ گرم کرنے پر یہ آکسیجن کھو بیٹھتا ہے اور پیلا پڑ جاتا ہے۔

$$ZnO \xrightarrow{\text{heating}} Zn^{2+} + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$$

اب کرسٹل میں زنک کی زیادتی ہو جاتی ہے اور فارمولا $Zn_{1+x}O$ بن جاتا ہے۔ Zn^{2+} آینوں کی زیادتی شگافی جگہوں (Interstitial Sites) کی طرف بڑھتی ہے اور الیکٹرون ہمسایہ شگافی جگہوں کی طرف بڑھتے ہیں۔

(ii) قلیل دھاتی نقص (Metal Deficiency Defect)

بہت سے ایسے ٹھوس ہیں جن کو تناسب پیا ساخت(Stoichiometric Composition) میں تیار کرنا مشکل ہے اور جن میں اسٹوئی شیومیٹری پروپورشن کے مقابلے دھات کی مقدار کم ہوتی ہے۔ FeO اس ٹائپ کی اہم مثال ہے جو اکثر $Fe_{0.95}O$ کمپوزیشن کے ساتھ پایا جاتا ہے۔ اس کی رینج $Fe_{0.93}O$ سے $Fe_{0.96}O$ تک ہو سکتی ہے۔ FeO کے کرسٹلوں میں کچھ Fe^{2+} کیٹائن مفقود (Missing) ہوتے ہیں اور مثبت چارج کی کمی کو Fe^{3+} آینوں کی مطلوبہ تعداد کی موجودگی سے پورا کیا جاتا ہے۔

1.10 برقی خواص (Electrical Properties)

ٹھوس برقی موصلیت(Electrical Conductivities) کی حیرت انگیز رینج کا اظہار کرتے ہیں جو 10^{-20} سے $10^7 ohm^{-1}m^{-1}$ تک 27 سے زیادہ درجوں پر مربوط ہے۔ موصلیت کے اعتبار سے ٹھوسوں کو تین زمروں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔

(i) موصل(Conductors):۔ وہ ٹھوس جن کی موصلیت کی رینج 10^4 سے $10^7 ohm^{-1}m^{-1}$ تک ہے موصل کہلاتے ہیں۔ جن دھاتوں کی موصلیت(Conductivities) $10^7 ohm^{-1} m^{-1}$ درجہ کی ہے وہ اچھی موصل (Good Conductor) کہلاتی ہیں۔

(ii) حاجز(Insulators):۔ یہ وہ ٹھوس ہیں جن کی موصلیت بہت پست یعنی 10^{-20} سے $10^{-10} ohm^{-1} m^{-1}$ درجے کے درمیان ہے۔

(iii) نیم موصل (Semi Conductors): یہ وہ ٹھوس ہیں جن کی موصلیت درمیانی رینج (Intermidate Range) 10^{-6} سے $10^4 ohm^{-1} m^{-1}$ کی ہے۔

1.10.1 دھاتوں میں ایصال برق

ایک موصل(Conductor) الیکٹرونوں یا آینوں کی حرکت (Movement) کے وسیلے سے برق کا ایصال (Conduction) کرتا ہے۔ دھاتی موصل پہلی کیٹگری سے تعلق رکھتے ہیں اور برق پاشے(Electrolytes) دوسری سے۔ دھاتیں برق کا ایصال کرتی ہیں چاہے یہ دھاتیں ٹھوس حالت میں ہوں یا پگھلی ہوئی حالت میں دھاتوں کی موصلیت، فی ایٹم موجود گرفتی الیکٹرونوں(Valence Electrons) کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے۔ دھاتی ایٹموں کی

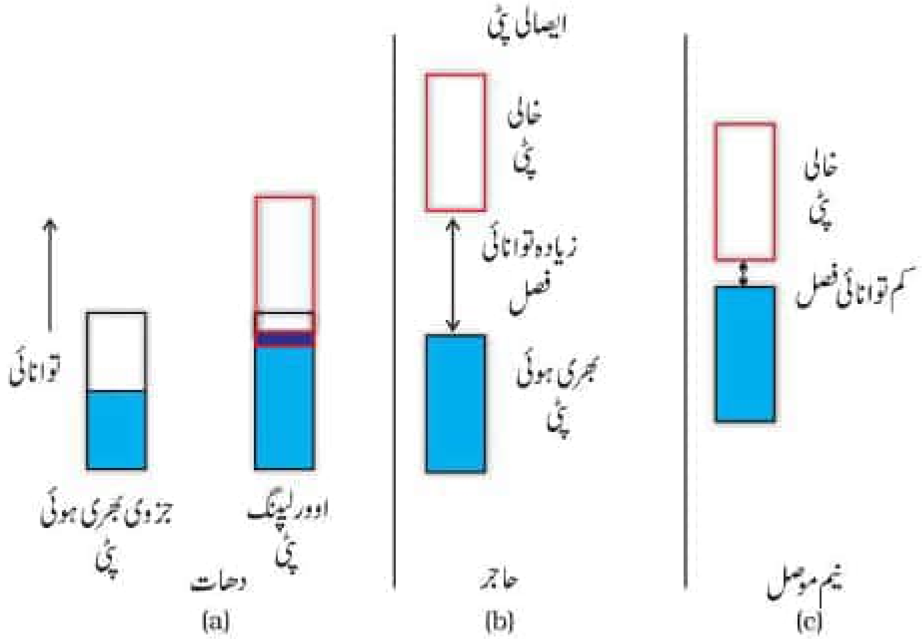
ایٹمی آربٹل(Orbitals)سالماتی آربٹل(Orbitals)بناتے ہیں جو توانائی میں ایک دوسرے سے اتنے قریب ہوتے ہیں کہ ان کی ایک پٹی(Band)بن جاتی ہے۔ اگر یہ پٹی جزوی طور پر بھری ہو یا اونچی توانائی کے ساتھ خالی ایصالی پٹی(Unoccupied Conduction Band) پر چڑھی ہوئی ہو تو اس وقت الیکٹرون ایک برقی فیلڈ کے تحت آسانی کے ساتھ بہہ سکتے ہیں اور تب دھات موصلیت کا اظہار کرتی ہے(شکل(1.33(a)

اگر بھری ہوئی گرفتی پٹی(Valence Band)اور قریبی اونچی خالی پٹی (ایصالی پٹی) کے درمیان خلیج(Gap)زیادہ ہے تو الیکٹرون وہاں تک نہیں پہنچ سکتے اور نتیجتاً ایسی شے (Substance) کی موصلیت بہت کم ہوتی ہے اور اس کا عمل ایک حاجز(Insulator) کا ہوتا ہے۔(دیکھیے شکل(1.33(b)

1.10.2 نیم موصلوں میں ایصال برق (Conduction of Electricity in Semiconductors)

نیم موصلوں میں گرفتی پٹی اور ایصالی پٹی کے درمیان خلیج (Gap) کم ہوتا ہے(شکل(1.33(c)) اس طرح کچھ الیکٹرون ایصالی پٹی تک پہنچ جاتے ہیں اور موصلیت کا اظہار کرتے ہیں۔ نیم موصلوں کی برقی موصلیت درجۂ حرارت میں اضافہ کے ساتھ بڑھتی ہے کیونکہ ایسی صورت میں زیادہ الیکٹرون ایصالی پٹی تک پہنچ پاتے ہیں۔ سلی کون اور جرمینیم جیسی اشیا اس طرح کے رویئے(Behaviours) کا اظہار کرتی ہیں اور ایسی اشیا(Substance) کو ذاتی نیم موصل(Intrinsic Semiconductors) کہا جاتا ہے۔

ایسے ہم ذاتی نیم موصلوں کی موصلیت پریکٹیکل استعمال کے لیے بہت ہی کم ہوتی ہے۔ موزوں ملاوٹوں کی مناسب مقدار کا اضافہ کرکے ان کی موصلیت کو بڑھایا جاسکتا ہے۔ اس عمل کو ڈوپنگ(Doping) کہا جاتا ہے۔ ڈوپنگDoping کا عمل کسی بھی ایسی ملاوٹی چیز(Impurity) کی آمیزش سے انجام پاسکتا ہے جو الیکٹرونوں سے مالا مال ہو یا جس میں الیکٹرونوں کی کمی ہو(ذاتی نیم موصل سلی کون یا جرمینیم کا موازنہ کیجیے) یہ ملاوٹیں ان میں الیکٹرانک نقائص کو داخل کردیتی ہیں۔



شکل 1.33 امتیاز مابین(a)دھات(b)حاجزاور(c)نیم موصل۔ ان میں سے ہرایک صورت میں، بنا شیڈ کا حصہ ایصالی پٹی کا اظہار ہے۔

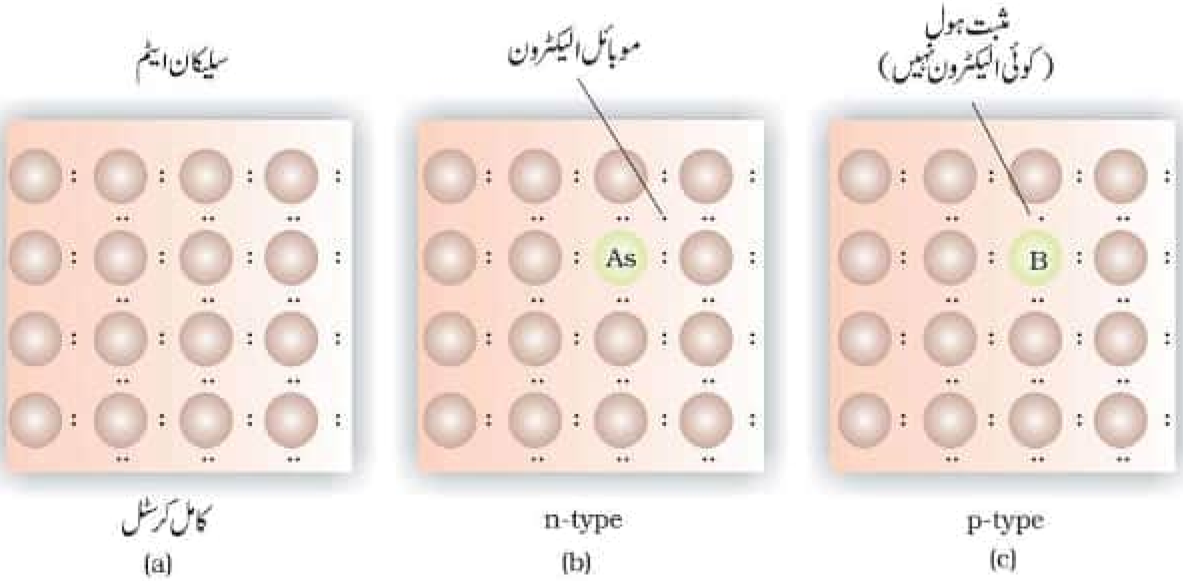
(a) الیکٹرون سے مالا مال ملاوٹیں (Electron-rich Impurities)

سلی کون اور جرمنیم کا تعلق دوری جدول کے گروپ 14 سے ہے اور ان میں سے ہر ایک کے چار، گرفتی الیکٹرون ہیں۔ ان کے کرسٹلوں میں، ہر ایٹم اپنے ہمسایوں کے ساتھ چار شریک گرفتی پٹی (Covalent Band) بناتا ہے۔ (دیکھیے شکل 1.34(a))

جب گروپ 15 کے عنصر جیسے P یا As کے ساتھ جس میں پانچ گرفتی الیکٹرون ہوتے ہیں، اس کی ڈوپنگ کی جاتی ہے تو یہ سلی کون یا جرمنیم کے کرسٹل میں جالی کی کچھ جگہوں کو گھیر لیتے ہیں۔ (دیکھیے شکل 1.34 (b)) پانچ میں سے چار الیکٹرون کا استعمال، چار ہمسایہ سلی کون ایٹوں کے ساتھ چار شریک گرفتی بندوں کی تشکیل کے لیے کیا جاتا ہے۔ پانچواں الیکٹرون ایکسٹرا ہوتا ہے اور غیر مقامی ساختہ (Delocalized) ہو جاتا ہے۔ یہ ڈی لوکلائزڈ (Delocalized) الیکٹرون ڈوپنگ شدہ سلی کو یا جرمنیم کی موصلیت کو بڑھا دیتے ہیں۔ موصلیت میں یہ اضافہ منفی طور پر چارج شدہ الیکٹرون کی وجہ سے ہوتا ہے اس لیے الیکٹرون سے مالا مال ملاوٹ کے ساتھ ڈوپنگ شدہ سلی کون کو n-type نیم موصل کہا جاتا ہے۔

(b) کم الیکٹرون والی ملاوٹیں (Electorn-Deficient Impurities)

سلی کون یا جرمنیم کی ڈوپنگ گروپ 13 کے عنصر جیسے B، A1 یا Ga سے بھی کی جا سکتی ہے جو صرف تین گرفتی الیکٹرونوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ وہ جگہ جہاں چوتھا گرفتی الیکٹرون مفقود (Missing) ہوتا ہے اس کو الیکٹرون ہول (Electron Hole) یا الیکٹرون خلا (Electron Vacancy) کہا جاتا ہے۔ (دیکھیے شکل 1.34(c)) کوئی الیکٹرون ہمسایہ ایٹم سے آ سکتا ہے اور الیکٹرون ہول (Hole) کو پر کر سکتا ہے لیکن اس طرح ڈوپنگ کرنے میں یہ، ایک الیکٹرون ہول کو اپنی اوریجنل پوزیشن پر چھوڑے گا۔ اگر ایسا ہوتا ہے تو پھر یوں لگے گا گویا الیکٹرون ہول اس الیکٹرون کی مخالف سمت میں آگے بڑھ گیا ہے جس نے اس کی جگہ بھری تھی۔ برقی فیلڈ کے اثر کے تحت، الیکٹرون، الیکٹرونک ہولز (Holes) کے وسیلے سے مثبت طور پر چارج شدہ پلیٹ کی طرف بڑھتے ہیں لیکن لگے گا یوں گویا



شکل 1.34: گروپ 13 اور گروپ 14 کے عناصر کی ڈوپنگ کے ذریعہ n-ٹائپ اور p-ٹائپ نیم موصلوں کی تخلیق۔

الیکٹرون ہول مثبت طور پر چارج ہیں اور منفی طور پر چارج شدہ پلیٹ کی طرف بڑھ رہے ہیں۔ اس قسم کے نیم موصل p ٹائپ، نیم موصل کہلاتے ہیں۔

n-ٹائپ اور p-ٹائپ نیم موصلوں کے استعمال (Applications of n-type and p-type semiconductors)

n-ٹائپ اور p ٹائپ نیم موصلوں کے مختلف اتحاد (Combinations) الیکٹرونک کل پرزے بنانے میں استعمال کیے جاتے ہیں۔ Diode، n ٹائپ اور p ٹائپ نیم موصلوں کا ایک اتحاد ہے جس کا استعمال ایک Rectifier کی شکل میں کیا جاتا ہے۔ ایک ٹائپ کے نیم موصل کی پرت کو دوسرے ٹائپ کے نیم موصل کی دو پرتوں کے درمیان رکھ کر ٹرانسسٹر بنائے جاتے ہیں۔ npn اور pnp ٹائپ کے ٹرانسسٹروں کا استعمال ریڈیو یا آڈیو سگنلوں کی کھوج کرنے یا ان کو بڑھانے (Amplify) کے لیے کیا جاتا ہے۔ شمسی سیل (Solar Cell) ایک کارگر Photo-Diode ہے جس کا استعمال نوری توانائی (Light Energy) کو برقی توانائی میں تبدیل کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔

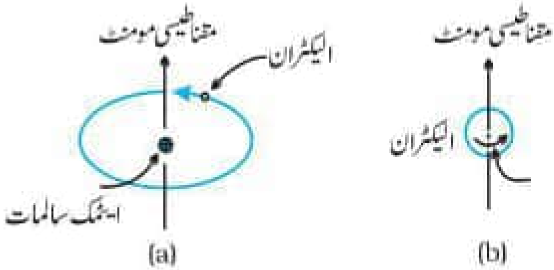
جرمینیم اور سلی کون گروپ 14 کے عناصر ہیں اور اسی وجہ سے چار کی گرفت ان کی خصوصیت ہے اور وہ چار بند (Bonds) بناتے ہیں جیسے کہ ڈائمنڈ میں۔ ٹھوس حالت والی اشیا کی بہت سی قسمیں چار کے اوسط گرفت کی تحریک کے لیے گروپ 13 اور 15 یا گروپ 12 اور 16 کے اتحاد سے تیار کی جاتی ہیں۔ جیسا کہ Ge اور Si میں ہے۔ گروپ 13-15 خصوصی مرکبات InSb، AlP اور GaAs ہیں۔ گیلیم آرسینائڈ (GaAs) نیم موصلوں کی کارکردگی بہت تیز ہوتی ہے اور انھوں نے نیم موصلوں کی ڈیزائن اور طریق کار میں انقلاب پیدا کردیا ہے۔ ZnS، CdS، CdSe اور HgTe، گروپ 12-16 کے مرکبات کی مثالیں ہیں۔ ان مرکبات (Compounds) میں بند کامل طور پر شریک گرفتی نہیں ہوتے اور آیونک کردار دونوں عناصر کی برقی منفیوں (Electronegativities) پر منحصر ہوتا ہے۔

دلچسپ بات یہ ہے کہ عبوری دھاتی آکسائڈ (Transition Metal Oxides)، برقی خواص میں نمایاں اختلافات کا اظہار کرتے ہیں۔ TiO، CrO_2 اور ReO_3 دھات جیسا رویہ (Behaviour) ظاہر کرتے ہیں (Rhenium Oxide)، ReO_3، اپنی موصلیت اور ظاہری شکل میں دھاتی کاپر کی طرح ہوتا ہے۔ کچھ اور آکسائڈ جیسے VO، VO_2، VO_3 اور TiO_3 دھات یا ایک حاجز کے خواص کا اظہار کرتے ہیں جس کا انحصار درجۂ حرارت پر ہے۔

1.11 مقناطیسی خصوصیات (Magnetic Propeties)

ہر شے سے کچھ مقناطیسی خواص وابستہ ہوتے ہیں۔ ان خواص کا منبع الیکٹرون میں موجود ہوتا ہے۔ ایٹم کا ہر الیکٹرون ایک چھوٹے سے مقناطیس کی طرح اپنے رویے کا اظہار کرتا ہے۔ اس کا مقناطیسی معیار اثر (Magnetic Moment) دو ٹائپ کی حرکتوں سے وجود میں آتا ہے (i) ایک نیوکلیس کے چاروں طرف ارٹبل حرکت سے اور (ii) دوسرے اس کے اپنی دھری کے چاروں طرف گردش سے (دیکھیے شکل 1.35) الیکٹرون کو جو ایک چارج شدہ ذرہ ہوتا ہے اور ان حرکتوں (Motions) کے زیر اثر ہوتا ہے، کرنٹ کا سب سے چھوٹا حلقہ (Loop) سمجھا جاسکتا ہے جو

ایک مقناطیسی معیار اثر کا مالک ہوتا ہے۔ اس طرح ہر الیکٹرون کا ایک مستقل چکر اور ایک آربٹل مقناطیسی معیار اثر ہوگا جو اس سے تعلق رکھتا ہے۔ اس مقناطیسی معیار اثر کی ضخامت(Magnitiude) بہت چھوٹی ہوتی ہے اور اس کو جس یونٹ میں ناپا جاتا ہے اسے Bohr LiB Magneton کہا جاتا ہے۔ یہ 9.2710^{-24} Am^2 کے مساوی ہوتا ہے۔



شکل 1.35: اس مقناطیسی معیاری اثر کا اظہار جو وابستہ ہے (a) کسی آربٹل الیکٹرون سے اور (b) گردشی الیکٹرون سے

مقناطیسی خواص کی بنیاد پر۔ اشیا(Substance) کی پانچ زمروں میں درجہ بندی کی جا سکتی ہے:

(i) پیرا میگنیٹک (ii) ڈایا میگنیٹیک (iii) فیرو میگنیٹک (iv) اینٹی فیرو میگنیٹک اور (v) فیری میگنیٹک

(i) پیرا میگنیٹک: پیرا میگنیٹک اشیا کی میگنیٹک فیلڈ میں کشش بہت کمزور ہوتی ہے۔ کسی میگنیٹک فیلڈ میں ان کا متقناؤ(Magnetication) اسی سمت میں ہوتا ہے۔ یہ میگنیٹک فیلڈ کی عدم موجودگی میں اپنی مقناطیسیت (Magnetsim) کھو بیٹھتی ہیں۔ پیرا میگنیزم۔ ایک یا زیادہ غیر جوڑی دار الیکٹرونوں(Unpaired Electrons) کی وجہ سے ہوتا ہے جن کو میگنیٹک فیلڈ کے ذریعے کھینچا جاتا ہے۔ O_2، Cu^{2+}، Fe^{3+} اور Cr^{3+} اس قسم کی اشیاء(Substaces) کی ہی کچھ مثالیں ہیں۔

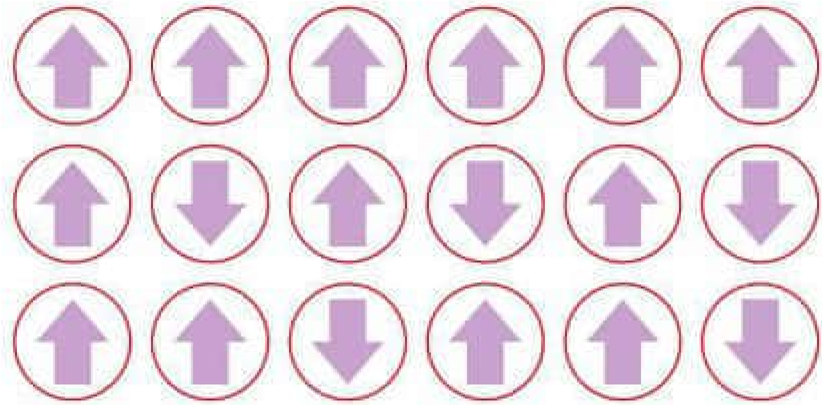
(ii) ڈایا میگنیزم: ڈایا میگنیٹک اشیا کسی میگنیٹک فیلڈ کے ذریعے بہت کمزور طور پر دفع کی جاتی ہیں۔ H_2O، $NaC1$ اور C_6H_6 ایسی ہی اشیا کی مثالیں ہیں۔ ایک مقناطیسی میدان میں ان کی مخالف سمت میں بہت کمزور طریقے پر متقناؤ ہوتا ہے۔ ڈایا میگنیزم کا اظہار ان اشیا کے ذریعے ہوتا ہے جن میں الیکٹرون جوڑے دار(Paired) ہوتے ہیں اور وہاں غیر جوڑے دار الیکٹرون نہیں ہوتے۔ الیکٹرون کی جوڑے داری (Pairing) اپنے مقناطیسی معیاری اثرات کو مسترد کر دیتی ہے اور وہ اپنے مقناطیسی کردار کو چھوڑ بیٹھتے ہیں۔

(iii) فیرو میگنیزم: کچھ اشیا جیسے لوہا، کوبالٹ، نکل، گیڈولینیم اور C_rO_2 کی مقناطیسی میدان کے ذریعے بہت شدید کشش ہوتی ہے۔ ایسی اشیا کو فیرومیگنیٹک اشیا(Ferromagnetic Substances) کہتے ہیں۔ شدید کشش کے علاوہ، ان اشیاء کا مستقل طور پر متقناؤ کیا جا سکتا ہے۔ ٹھوس حالت میں فیرومیگنیٹک اشیاء کے دھاتی آینوں کی باہم گروپنگ چھوٹے چھوٹے خطوں/علاقوں (regions) میں کی جاتی ہے۔ ان علاقوں کو قلمرو(غیر مخلوط مقناطیسی علاقہ) (Domains) کہا جاتا ہے۔ اس طرح ہر قلمرو(domain) ایک چھوٹے مقناطیس کی طرح عمل کرتی ہے۔ ایک فیرومیگنیٹک شے کے غیر متقناؤ شدہ(Unmgnatized) ٹکڑے میں غیر مخلوط مقناطیسی علاقوں(Domains) کی تشریق (Orientation) الٹل پچھو ہوتی ہے اور ان کے مقناطیسی معیاری میدان میں رکھا جاتا ہے تو تمام قلمروؤں کی تشریق(Orientation) مقناطیسی میدان کی سمت میں ہوجاتی ہے۔ (شکل 1.36(a)) اور ایک شدید مقناطیسی اثر پیدا ہوتا ہے۔ قلمروؤں کی یہ نظم و ترتیب اس وقت بھی باقی رہتی ہے جب مقناطیسی میدان ختم ہوجاتا ہے اور فیرومیگنیٹک شے مستقل میگنیٹ بن جاتی ہے۔

(iv) اینٹی فیرومیگنیزم: MnO جیسی اشیاء(Substances) کی جو اینٹی فیرومیگنیزم کا اظہار کرتی ہیں قلمرو ساخت(Domain Structure) ایسی ہی ہوتی ہے جیسی فیرومیگنیٹک اشیاء کی لیکن ان قلمرو

(Domains) کی تشریق مخالف سمت میں ہوتی ہے اور وہ ایک دوسرے کے مقناطیسی معیار اثر کو ختم کر دیتی ہیں۔ (شکل (b)1.36)

(v) فیری میگنیٹزم: فیری میگنیٹزم کا مشاہدہ اس وقت ہوتا ہے جب شے میں قلمروؤں (Domains) کے مقناطیسی مومنٹ (Moments) متوازی اور مخالف متوازی سمتوں میں غیر مساوی تعداد میں قطار بند ہوتے ہیں۔ (شکل (c)1.36)۔ فیرومیگنیٹک اشیاء کے مقابلے، یہ مقناطیسی میدان کے ذریعے بہت کمزور طریقے پر کھینچتے ہیں۔ Fe_3O_4 (Magnetite) اور فیری ٹائٹ (Ferritites) جیسے $MgFe_2O_4$ اور $ZnFe_2O_4$ ایسی ہی اشیاء کی مثالیں ہیں۔ گرم کرنے پر یہ اشیاء فیری میگنیٹزم کو کھو دیتی ہیں اور پیرامیگنیٹک ہو جاتی ہیں۔



شکل 1.36: (a)فیرو میگنیٹک (b)اینٹی فیرو میگنیٹک اور (c)فیری میگنیٹک میں مقناطیسی معیارات کی قیاسی قطار بندی (Schematic Alignment)

متن پر مبنی سوالات

1.19 جب ایک ٹھوس کو گرم کیا جاتا ہے تو کون سا نقص (Defect) پیدا ہوجاتا ہے؟ اس سے کون سی طبعی خاصیت (Property) متاثر ہوتی ہے اور کس طریقے سے ہوتی ہے؟

1.20 ZnS اور AgBr کس ٹائپ کے تناسب پیا (Stoichiometric) نقص کا اظہار کرتے ہیں؟

1.21 جب کسی ایونک ٹھوس میں اونچی گرفت کے کیٹائن کا اضافہ ایک ملاوٹ کے روپ میں کر دیا جاتا ہے تو اس میں کس طرح خلاؤں (Vacancies) کو داخل (Introduce) کیا جاتا ہے۔ وضاحت کیجیے۔

1.22 آیونک ٹھوس جو کثیر دھاتی نقص (Metal Excess Defect) کی وجہ سے این آیونک خلا (Vacancy) رکھتے ہیں، رنگ بناتے ہیں مناسب مثال کی مدد سے وضاحت کیجیے۔

1.23 گروپ 14 کا عنصر کسی مناسب ملاوٹ کی ڈوپنگ کے ذریعے n ٹائپ کے نیم موصل میں تبدیل ہوجاتا ہے۔ یہ ملاوٹ کس گروپ سے متعلق ہونی چاہیے؟

1.24 کس قسم کی اشیاء (Substaces) بہتر اور مستقل میگنیٹس — فیرومیگنیٹک یا فیری میگنیٹک — بناتے ہیں مدلل لکھیے۔

خلاصہ

ٹھوس مستقل کمیت، حجم اور شکل رکھتے ہیں۔ ایسا ان کے ترکیبی ذرات کی مقررہ(Fixed)پوزیشن اور ان کے درمیان مختصر فاصلوں اور شدید تعاملوں کی وجہ سے ہوتا ہے۔ نقلمی یعنی اموِرفس (Amorphous) ٹھوسوں میں، ترکیبی ذرات کی ترتیب میں صرف مختصر رینج کا نظام(short range order) ہوتا ہےاور نتیجے میں ان کا رویہ اعلی سرد مائع (Supre Cooled Liquids) کا ہوتا ہے نیز ان کا نقطۂ گداخت......(Sharp) نہیں ہوتا اور وہ اپنی فطرت میں ہم طرف(Iso tropic) ہوتے ہیں۔ قلمی ٹھوسوں کے ترکیبی ذرات کی ترتیب میں ایک لمبی رینج کا نظام (Long range order) ہوتا ہے۔ ان کا نقطۂ گداخت بہت زیادہ(Sharp) ہوتا ہے اور وہ اپنی فطرت میں غیر ہم طرف (Aniso tropic) ہوتے ہیں نیز ان کے ذرات مخصوص شکل والے ہوتے ہیں۔ قلمی ٹھوسوں کے خواص، ان کی ترکیبی ذرات کے مابین تعاملات کی نوعیت پر منحصر ہوتے ہیں۔ اس اعتبار سے وہ چار زمروں میں درجہ بند کیے جاسکتے ہیں یعنی، سالماتی(Molecular)، آیونک(Ionic)، دھاتی اور شریک گرفتی(Covalent) ٹھوس، خواص کے اعتبار سے ان کے درمیان بہت اختلافات ہیں۔

قلمی ٹھوسوں میں ترکیبی ذرات ایک باقاعدہ نمونے(Pattern) پر مرتب ہوتے ہیں اور یہ نمونہ(Pattern) تمام قلم (Crystal) میں چلتا ہے یہ ترتیب اکثر نقطوں کی تین ابعادی قطار کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے جس کو قلمی جالی (Crystal Lattice) کہا جاتا ہے۔ جالی کا ہر نقطہ کسی خلا(Space) میں ایک ذرہ کے وقوع (Location) کو بتاتا ہے۔ مجموعی طور پر چودہ مختلف قسم کی جالیاں ممکن ہیں جنھیں(Bravice Lattices) کہا جاتا ہے۔ ہر جالی اس کے خصوصی حصے (Charcteristic Portion) کی تکرار سے بنایا جاسکتا ہے جسے یونٹ سیل کہتے ہیں۔ ایک یونٹ سیل کی خصوصیت اس کی حاشیائی لمبائیاں(Edge Length)اور ان حاشیوں کے درمیان تین زاویے ہیں۔ یونٹ سیل یا تو ابتدائی(Primitive) ہوں گے جن کے ذرات صرف ان کی کارنر پوزیشنوں پر ہوتے ہیں یا پھر مرکزی Centredہوں گے۔ مرکزی یونٹ سیل اپنے جسمی مرکز(Body Centre) پر، ہر رُخ کے مرکز (Face Centred) پر یا دو متضاد رُخوں کے مرکز(End Centred) پر اضافی ذرات کے حامل ہوتے ہیں۔ ابتدائی(Primitive) یونٹ سیل سات طرح کے ہوتے ہیں۔ مرکزی(Centred) یونٹ سیل کے حساب سے، یونٹ سیلز کی کل تعداد سات قسم کی بنیادی اکائی سیل ہیں۔ مرکزی یونٹ کو اگر شامل کرلیا جائے تو کل ملا کر چودہ قسم کی یونٹ سیل ہیں جس کے نتیجے میں چودہ Breavais Lattices بنتے ہیں۔

ذرات کی کلوز پیکنگ کے نتیجے میں دو بہت زیادہ کارگر لیٹس حاصل ہوتے ہیں یعنی (Hexagonal Closed Pakced)hcp اور (Cubic Colsed Packed)ccp آخر الذکر (Face Centrel Cubic)fcc لیٹس بھی کہلاتی ہے۔ ان دونوں قسم کی پیکنگ میں %74 جگہ بھری رہتی ہے۔ باقی جگہ دو قسم کے وائڈز (Voids) کی شکل میں موجود ہوتی ہے جنھیں آکٹا ہیڈرل وائڈز(Octa hedral Voids) اور ٹیٹرا ہیڈرل وائڈز(Tetra hedral Voids) کہتے ہیں۔ دیگر قسم کی پیکنگ کلوز پیکنگ نہیں ہیں اور ان میں ذرات کی پیکنگ زیادہ کارگر نہیں ہوتی ہے جب کہ (Body Centrel Cubic)bcc لیٹس میں %68 جگہ پر ہوتی ہے۔ سادہ مکعبی لیٹس میں صرف %52.4 جگہ پر ہی ہوتی ہے۔

ٹھوس اشیاء کی ساخت کامل نہیں ہوتی۔ ان میں کئی قسم کے نقص (defects) پائے جاتے ہیں۔ نقطہ نقص(Point defect) اور خطی نقص(Line Defect) عام قسم کے نقص ہیں۔ نقطہ نقص تین قسم کے ہوتے ہیں۔ تناسب پیمائی نقص (Stoichiometric

(Defect، ملاوٹ کا نقص(Impurity Defect)اور غیر تناسب پیمائی نقص۔ ویکنسی نقص اور انٹر اسٹیشل نقص، تناسب پیمائی نقطہ نقص کی دو بنیادی قسمیں ہیں۔ آئنی ٹھوس اشیاء میں یہ نقص فرینکل(Frenkal)اور شاٹ کی نقص(Shottky Defect) کی شکل میں موجود ہوتے ہیں۔ ملاوٹ کے نقص کرسٹل میں موجود وہ ملاوٹوں کی وجہ سے ہوتے ہیں۔ آئنی ٹھوس اشیاء میں جب ملاوٹ کا ویلنس خاص مرکب کے ویلنس سے مختلف ہوتا ہے تو کچھ ویکنسی پیدا ہوجاتی ہیں غیر تناسب پیمائی نقص دھاتوں کی زیادتی(Metalexcess)یا دھاتوں کی کمی(Metal Deficient) قسم کے ہوتے ہیں۔ بعض اوقات ملاوٹوں کی تحسیب شدہ مقدار کو کچھ نیم موصلوں میں ملا دیا جاتا ہے جس سے ان کی برقی خصوصیات تبدیل ہوجاتی ہیں۔ اس قسم کے مادوں کا استعمال الیکٹرانک صنعت میں بڑے پیمانے پر کیا جاتا ہے۔ ٹھوس اشیاء کئی قسم کی مقناطیسی خصوصیات کو ظاہر کرتی ہیں مثلاً پیرا مقناطیسیت، ڈایا مقناطیسیت، فیرو مقناطیسی، اینٹی فیرو مقناطیسی اور فیری مقناطیسی ان خصوصیات کا استعمال سمعی بصری اور دیگر ریکارڈنگ کے آلات میں کیا جاتا ہے۔ یہ سبھی خصوصیات ان کے الیکٹران تشکل یا ساختوں سے مربوط ہیں۔

مشقیں

1.1 اصطلاح غیر قلمی (Amorphous) کی تعریف بیان کیجیے۔ غیر قلمی ٹھوس اشیا کی چند مثالیں پیش کیجیے۔

1.2 کس وجہ سے کانچ، کوارٹز جیسے ٹھوس کے مقابلے مختلف ہوتا ہے؟ کن حالات میں کوارٹز کو کانچ میں تبدیل کیا جاسکتا ہے؟

1.3 مندرجہ ذیل ٹھوس اشیاء کی درجہ بندی آئنی، دھاتی، سالماتی، نیٹ ورک (شریک گرفت) یا امارفس کے تحت کیجیے۔

(i) ٹیٹرا فاسفورس ڈیک آکسائڈ(P_4O_{10})

(ii) امونیم فاسفیٹ$(NH_4)_3PO_4$

(iii) SiC

(iv) I_2

(v) P_4

(vi) پلاسٹک

(vii) گریفائٹ

(viii) پیتل

(ix) Rb

(x) LiBr

(xi) Si

1.4 (i) اصطلاح کوآرڈینیشن نمبر، سے کیا مراد ہے؟

(ii) مندرجہ ذیل میں ایٹموں کا   کوآرڈینیشن نمبر کیا ہوگا۔

(a) ccp ساخت میں

(b) bcc ساخت میں

1.5 آپ کسی نامعلوم دھات کی ایٹمی کمیت کا تعین کس طرح کریں گے اگر آپ کو اس کی کثافت اور یونٹ سیل کی جسامت معلوم ہے؟ تشریح کیجیے۔

1.6 کسی کرسٹل کے استحکام کی عکاسی اس کے نقطۂ گداخت کی قدر سے ہوتی ہے۔ اپنے خیالات کا اظہار کیجیے۔ ٹھوس پانی، ایتھائل الکوحل، ڈائی ایتھائل ایتھر اور میتھین کے نقطۂ گداخت جمع کیجیے۔ ان سالمات کے درمیان بین سالماتی قوتوں کے بارے میں آپ کیا کہہ سکتے ہیں؟

1.7 مندرجہ ذیل اصطلاحات کے جوڑوں کے درمیان آپ کس طرح فرق کریں گے؟

(i) hcp اور ccp

(ii) قلمی جالی (کرسٹل لیٹس) اور یونٹ سیل

(iii) چوسطحی خلا اور ہشت سطحی خلا

1.8 مندرجہ ذیل ہر ایک لیٹس کی یونٹ سیل میں کتنے لیٹس پوائنٹ ہوتے ہیں؟

(i) رخ مرکزی مکعبی (fcc)

(ii) رخ مرکزی ٹیٹرا گونل (fct)

(iii) جسم مرکزی

1.9 تشریح کیجیے۔

(i) دھاتی اور آئنی کرسٹلوں میں یکسانیت اور فرق کی بنیاد۔

(ii) آئنی ٹھوس سخت اور پھوٹک ہوتے ہیں۔

1.10 مندرجہ ذیل کے لیے دھاتی کرسٹل کے معاملے میں پیکنگ کی کارکردگی کی تحسیب کیجیے۔

(i) سادہ مکعبی

(ii) جسم مرکزی مکعبی

(iii) رخ مرکزی مکعبی (فرض کیجیے کہ ایٹم ایک دوسرے کو مس کر رہے ہیں)

1.11 سلور fcc لیٹس میں کرسٹلائز ہوجاتی ہے۔ اگر سیل کے کنارے کی لمبائی $4.07\ 10^{-8}$ اور کثافت 10.5g cm^{-3} ہو تو سلور کی ایٹمی کمیت معلوم کیجیے۔

1.12 ایک مکعبی ٹھوس p اور Q دو عناصر سے بنا ہے۔ Q کے ایٹم کعب کے کونوں پر ہیں اور p کے اندر ایٹم مرکز میں ہیں۔ مرکب کا فارمولہ کیا

ہوگا؟ p اور Q کا کوآرڈینیشن نمبر کیا ہوگا؟

1.13 نیوبیم جسم مرکزی مکعبی ساخت میں کرسٹلائز ہوتا ہے۔ اگر کثافت $8.55\ g\ cm^{-3}$ ہو تو نیوبیم کا ایٹمی نصف قطر معلوم کیجیے۔ اس کی ایٹمی کمیت 93U ہے۔

1.14 اگر آکٹا ہیڈرل وائڈ کا نصف قطر r اور کلوز پیکنگ میں ایٹموں کی نصف قطر R ہے تو r اور R کے درمیان تعلق واضح کیجیے۔

1.15 کاپر fcc لیٹس میں کرسٹلائز ہوتا ہے جس کے کنارے کی لمبائی $3.61\ 10^{-8}$ cm ہے۔ دکھائیے کہ تحسیب شدہ کثافت، پیائش کی گئی قدر کے مطابق ہے۔

1.16 تجزیہ کرنے پر معلوم ہوتا ہے کہ نکل آکسائڈ کا فارمولہ $NiO_{0.98}O_{1.00}$ ہے۔ نکل کا کتنا حصہ Ni^{2+} اور کتنا حصہ Ni^{3+} آینوں کی شکل میں ہے؟

1.17 نیم موصل (Semi Condutor) کیا ہے؟ نیم موصلوں کی دو خاص قسمیں بیان کیجیے اور ان کے ایصال میکانزم کا موازنہ کیجیے۔

1.18 غیر تناسب پیائی کیوپرس آکسائڈ، $CU_2\ O$ کو تجربہ گاہ میں تیار کیا جاسکتا ہے۔ اس آکسائڈ میں، کاپر کی آکسیجن سے نسبت 2:1 سے تھوڑا کم ہے۔ کیا آپ اس حقیقت کی وجہ بتا سکتے ہیں کہ یہ شے p- قسم کی نیم موصل ہے۔

1.19 فیرک آکسائڈ آینوں کی hcp ترتیب میں کرسٹلائز ہوتا ہے جس میں تین میں سے دو آکٹا ہیڈرل سوراخ فیرک آینوں کے ذریعہ گھیر لیے جاتے ہیں۔ فیرک آکسائڈ کا فارمولہ معلوم کیجیے۔

1.20 مندرجہ ذیل میں ہر ایک کی درجہ بندی p قسم یا n قسم کے نیم موصل کے تحت کیجیے۔

(i) Ge میں In کی آمیزش

(ii) B میں Si کی آمیزش

1.21 گولڈ (ایٹمی نصف قطر = 0.144 nm) رخ مرکزی یونٹ سیل میں کرسٹلائز ہوتا ہے۔ سیل کے ایک ضلع کی لمبائی کیا ہوگی؟

1.22 بینڈ تھیوری کے مطابق مندرجہ ذیل میں فرق بتائیے۔

(i) موصل اور حاجز

(ii) موصل اور نیم موصل

1.23 مندرجہ ذیل اصطلاحات کی وضاحت مع مثال کیجیے۔

(i) شاٹ کی نقص (ii) فرینکل نقص (iii) انٹرا سٹیشل اور (iv) F مرکزی

1.24 ایلیومینیم ccp ساخت میں کرسٹلائز ہوتا ہے۔ اس کا دھاتی نصف قطر 125 pm ہے۔

(i) یونٹ سیل کے ضلع کی لمبائی کیا ہوگی؟

(ii) ایلیومینیم کے $1.00\ cm^3$ میں کتنی یونٹ سیل ہوں گی؟

1.25 اگر NaCl کی $SrCl_2$ کے 10^{-3}mol% میں ڈوپنگ کی جائے تو کیٹ آین ویکنسی کا ارتکاز کیا ہوگا؟

1.26 مندرجہ ذیل کی وضاحت مع مثالوں کے کیجیے۔

(i) فیرومقناطیسیت

(ii) پیرامقناطیسیت

(iii) فیری مقناطیسیت

(iv) اینٹی فیرومقناطیسیت

(v) 12-16 اور 13-15 گروپ مرکبات

متن پرمبنی کچھ سوالوں کے جوابات

1.14 4

1.15 وائڈ کی کل تعداد $9.033\ 10^{23}$

ٹیٹرا ہیڈرل وائڈ کی تعداد $6.022\ 10^{23}$

1.16 M_2N_3

1.18 ccp

یونٹ

2

محلول (Solutions)

5262CH02

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- مختلف قسم کے محلولوں کی تشکیل کو بیان کرسکیں؛
- محلول کے ارتکاز کو مختلف اکائیوں میں ظاہر کرسکیں؛
- ہینری اور راؤلٹ کے کلیہ کو بیان کرسکیں؛
- مثالی اور غیر مثالی محلولوں کے درمیان فرق کرسکیں؛
- حقیقی محلولوں کے راؤلٹ کے کلیہ سے انحراف کو بیان کرسکیں؛
- محلولوں کی مربوط خصوصیات کی تشریح کرسکیں اور ان خصوصیات کو منحل کی مولر کمیتوں سے ہم آہنگ کرسکیں؛
- محلولوں میں کچھ منحلوں کی غیر مربوط خصوصیات کی تشریح کرسکیں۔

جسم میں تقریباً سبھی اعمال کسی نہ کسی رقیق محلول میں ہی انجام پذیر ہوتے ہیں۔

عام زندگی میں ہمارا واسطہ خالص اشیاء سے کبھی کبھار ہی پڑتا ہے۔ ان میں سے زیادہ تر اشیاء ایسے آمیزہ کی شکل میں ہوتی ہیں جو دو یا دو سے زیادہ خالص اشیاء پر مشتمل ہوتا ہے۔ زندگی میں ان کی افادیت اور اہمیت ان کی ترکیب پر منحصر ہوتی ہے۔ مثلاً پیتل (تانبہ اور جستہ کا آمیزہ) کی خصوصیات جرمن سلور (کاپر، زنک اور نکل کا آمیزہ) یا کانسہ (تانبہ اور ٹن کا آمیزہ) کی خصوصیات سے بالکل مختلف ہوتی ہیں، پانی میں فلورائڈ آئینوں کا 1 ppm (ppm: part per million) دانتوں کو خراب ہونے سے روکتا ہے جب کہ 1.5 ppm کی وجہ سے دانتوں پر داغ دھبے پڑ جاتے ہیں۔ فلورائڈ آئینوں کا بہت زیادہ ارتکاز زہریلا ہوسکتا ہے (مثلاً سوڈیم فلورائڈ کا استعمال چوہے مار زہر کے طور پر کیا جاتا ہے) وریدوں کے اندر لگائے جانے والے انجکشن کو ایسے پانی میں حل کیا جاتا ہے جس میں نمک ایک مخصوص آئنی ارتکاز پر گھلے ہوتے ہیں تاکہ وہ خون کے پلازمہ سے میل کھا سکیں وغیرہ وغیرہ۔

اس اکائی میں، ہم زیادہ تر رقیق محلول اور ان کی تشکیل پر ہی غور و خوض کریں گے۔ اس کے بعد محلولوں کی مربوط خصوصیات اور بخاراتی دباؤ جیسی خصوصیات کا مطالعہ کیا جائے گا۔ ابتداء میں ہم محلولوں کی اقسام پر غور کریں گے اور پھر ان مختلف متبادل پر غور کریں گے جن میں، رقیق محلول میں منحل کے ارتکاز کو ظاہر کیا جاتا ہے۔

2.1 محلولوں کی اقسام (Types of Solutions)

محلول دو یا دو سے زیادہ اجزا کا متجانس (homogeneous) آمیزہ ہے۔ متجانس آمیزہ سے ہماری مراد ہے کہ اس کی ترکیب اور خصوصیات پورے آمیزہ میں یکساں ہوتی ہیں۔ عموماً، وہ جزو جو زیادہ مقدار میں موجود ہے محلل (Solvent) کہلاتا ہے۔ محلل اس طبیعی حالت کا تعین کرتا ہے جس میں وہ محلول موجود ہے۔ محلول میں محلل کے علاوہ موجود ایک یا زیادہ اجزا منحل (Solutes) کہلاتے ہیں۔ اس اکائی میں ہم صرف بائنری محلول (یعنی دو اجزا پر مشتمل محلول) پر ہی غور کریں گے۔ یہاں ہر ایک جزو ٹھوس، رقیق یا گیس کی حالت میں ہوسکتا ہے۔ جدول 2.1 میں ان کا خلاصہ کیا گیا ہے۔

جدول 2.1 محلولوں کی اقسام

محلول کی قسم	منحل	محلل	عام مثالیں
گیس محلول	گیس	گیس	آکسیجن اور نائٹروجن گیس کا آمیزہ
	رقیق	گیس	نائٹروجن گیس میں کلوروفارم کی آمیزش
	ٹھوس	گیس	نائٹروجن گیس میں نوسادر
رقیق محلول	گیس	رقیق	پانی میں گھلی ہوئی آکسیجن
	رقیق	رقیق	پانی میں گھلا ہوا ایتھنال
	ٹھوس	رقیق	پانی میں گھلا ہوا گلوکوز
ٹھوس محلول	گیس	ٹھوس	پیلیڈیم میں ہائڈروجن کا محلول
	رقیق	ٹھوس	سوڈیم اور مرکری کا ملغم
	ٹھوس	ٹھوس	سونے میں گھلا ہوا تانبہ

2.2 محلولوں کے ارتکاز کا اظہار Expressing Concentration of Solutions

محلول کی ترکیب کو اس کے ارتکاز کا اظہار کرکے بیان کیا جاسکتا ہے۔ موخرالذکر کو یا تو کیفیتی (Qualitatively) یا مقداری (Quantitatively) اعتبار سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر، کیفیتی اعتبار سے ہم کہہ سکتے ہیں کہ محلول ہلکا (ڈائی لیوٹ) (یعنی منحل کی نسبتاً بہت کم مقدار) ہے یا مرتکز (یعنی منحل کی نسبتاً بہت زیادہ مقدار) ہے۔ لیکن حقیقی زندگی میں اس قسم کے بیانات سے بہت زیادہ ابہام پیدا ہوتا ہے اور اس لیے محلول کا مقداری بیان درکار ہے۔ ایسے کئی طریقے ہیں جن کے ذریعے ہم محلول کے ارتکاز کو مقداری اعتبار سے بیان کرسکتے ہیں۔

(i) **کمیت فیصدی** (w/w): محلول کے کسی جزو کی کمیت فیصدی کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ:

$$\text{جزو کی کمیت}\% = \frac{\text{محلول میں جزو کی کمیت}}{\text{محلول کی کل کمیت}} \times 100 \quad (2.1)$$

مثال کے طور پر اگر کسی محلول کو اس طرح بیان کیا جاتا ہے کہ کمیت کے اعتبار سے پانی میں 10% گلوکوز ہے تو اس کا مطلب یہ ہے کہ 90 گرام پانی میں 10 گرام گلوکوز گھولا گیا ہے نتیجتاً 100 گرام محلول حاصل ہوتا

ہے۔ عام طور سے انڈسٹریل کیمکل ایپلیکیشن میں ارتکاز کو بیان کرنے کے لیے کمیت فیصدی کا استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر صنعتی بلیچنگ محلول پانی میں سوڈیم ہائپوکلورائٹ (Sodium Hypochlorite) کی 3.62 کمیت فیصدی پر مشتمل ہوتا ہے۔

(ii) **حجم فیصدی** (v/v): حجم فیصدی کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ

$$\text{جزو کی حجم فیصدی} = \frac{\text{جزو کا حجم}}{\text{محلول کا کل حجم}} \times 100 \qquad (2.2)$$

مثال کے طور پر پانی میں 10% ایتھنال محلول کا مطلب یہ ہے کہ پانی میں 10 ml ایتھنال اس طرح گھولا گیا ہے کہ محلول کا کل حجم 100 ml ہے۔ رقیق اشیاء پر مشتمل محلول عام طور سے اس اکائی میں ظاہر کیے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایک 35% ایتھائلین گلائی کول (جو کہ ایک مانع منجمد ہے) کا (v/v) محلول کار کے انجن کو ٹھنڈا کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس ارتکاز پر مانع منجمد (Antifreeze) پانی کے نقطہ انجماد (Freezing Point) کو 255.4K(-17.6°C) تک کم کردیتا ہے۔

(iii) **کمیت بٹا حجم فیصدی** (w/v): ایک اور اکائی جس کا استعمال عام طور سے میڈیسن اور فارمیسی میں کیا جاتا ہے کمیت بٹا حجم فیصدی ہے۔ یہ 100 ml محلول میں گھلے ہوئے منحل کی کمیت ہے۔

(iv) **پارٹ پر ملین** (Parts per Million): جب کوئی منحل بہت قلیل مقدار میں موجود ہو تو اسے پارٹ پر ملین (ppm) میں ظاہر کرنا آسان رہتا ہے۔ اس کی تعریف اس طرح بیان کی جاتی ہے کہ:

پارٹ پر ملین =

$$= \frac{\text{جزو کے حصوں کی تعداد}}{\text{محلول کے تمام اجزاء کے حصوں کی کل تعداد}} \times 10^6 \qquad (2.3)$$

فیصدی کے معاملے کی طرح ہی پارٹ پر ملین میں ارتکاز کو کمیت ضرب کمیت، حجم ضرب حجم اور کمیت ضرب حجم کے طور پر بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ ایک لیٹر سمندر کے پانی میں (جس کا وزن 1030 g گرام ہوتا ہے) 6×10^{-3} گرام گھلی ہوئی آکسیجن (O^2) ہوتی ہے۔ اس قلیل ارتکاز 5.8g فی 10^6g (5.8ppm) سمندر کے پانی کے طور پر بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ کرہ باد یا پانی میں آلودگی کے ارتکاز کو عموماً $\mu g\ ml^{-1}$ یا ppm میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

(v) **مول کسر** (Mole Fraction): مول کسر کے لیے عام طور سے استعمال ہونے والی علامت ہے اور کے دائیں طرف استعمال کی جانے والی زیر نوشت (Subscript) جزو کو ظاہر کرتی ہے۔ اس کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ

جزو کے مولوں کی تعداد =

$$\frac{\text{جزو کی مول کسر}}{\text{تمام اجزاء کے مولوں کی کل تعداد}} \qquad (2.4)$$

مثال کے طور پر ایک بائنری آمیزے میں، اگر A اور B کے مولوں کی تعداد بالترتیب nA اور nB ہے تو A کی

مول کسر مندرجہ ذیل ہوگی:

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \quad (2.5)$$

وہ محلول جس میں اجزا کی تعداد i ہے، ہمارے پاس ہے

$$x_i \frac{n_i}{n_1 + n_2 + ... + n_i} = \frac{n_i}{\sum n_i} \quad (2.6)$$

یہ دکھایا جاسکتا ہے کہ کسی دیے ہوئے محلول میں تمام مول کسروں کا حاصل جمع ایک اکائی (Unity) ہوتا ہے۔

یعنی $x_1 + x_2 + ... + x_i = 1$ (2.6)

مول کسر اکائی محلول کی کچھ طبیعی خصوصیات کے مابین تعلق قائم کرنے میں بہت مفید ہے، مثلاً محلول کے ارتکاز اور بخاراتی دباؤ کے مابین تعلق قائم کرنے کے لیے اور گیسی آمیزوں سے متعلق تحسیبات کو بیان کرنے میں خاص طور سے مفید ہے۔

مثال 2.1 کمیت کے اعتبار سے $C_2H_6O_2$ کے 20% پر مشتمل محلول میں ایتھا ئلین گلائکول $(C_2H_6O_2)$ مول کسر کا حساب لگائیے۔

حل: مان لیجیے ہمارے پاس 100 گرام محلول ہے (محلول کی کسی بھی مقدار کو لے کر شروع کرسکتے ہیں کیونکہ یکساں نتائج حاصل ہوں گے) محلول میں 20 g ایتھائلین گلائی کول اور 80 g پانی ہوگا۔

$C_2H_6O_2$ کی مولر کمیت $=12 \times 2 + 1 \times 6 + 16 \times 2 = 62\ g\ mol^{-1}$

$C_2H_6O_2$ کے مولوں کی تعداد $= \frac{20\ g}{62\ g\ mol^{-1}} = 0.322\ mol$

پانی کے مولوں کی تعداد $= \frac{80\ g}{18\ g\ mol^{-1}} = 4.444 mol$

$$X_{glycol} = \frac{C_2H_6O_2 \text{ کے مول}}{C_2H_6O_2 \text{ کے مول} + H_2O \text{ کے مول}}$$

$$= \frac{0.322\ mol}{0.322\ mol + 4.444\ mol}$$

$$x_{water} = \frac{4.444\ mol}{0.322\ mol + 4.444\ mol} = 0.932$$

پانی کی مول کسر اس طرح بھی معلوم کی جاسکتی ہے:

$1 - 0.068 = 0.932$

(vi) **مولاریت (Molarity):** مولاریت (M) کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ یہ ایک لیٹر یا ایک معکب ڈیسی میٹر) محلول میں حل شدہ منحل کے مولوں کی تعداد ہوتی ہے۔

$$\text{مولاریت} = \frac{\text{منحل کے مولوں کی تعداد}}{\text{لیٹر میں محلول کا حجم}} \quad (2.8)$$

مثال کے طور پر NaOH کے 0.25 mol L^{-1} (یا 0.25M) محلول کا مطلب ہے کہ ایک لیٹر (یا ایک مکعب ڈیسی میٹر) میں NaOH کے 0.25 مول گھلے ہوئے ہیں۔

مثال 2.2

450 ml محلول میں 5 گرام NaOH پر مشتمل محلول کی مولاریت معلوم کیجیے:

حل

$$\text{NaOH کے مولوں کی تعداد} = \frac{5\ g}{40\ g\ mol^{-1}} = 0.125\ mol$$

لیٹر میں محلول کا حجم $= 450\ mL / 1000\ mL\ L^{-1}$

مساوات (2.8) کا استعمال کرکے۔

$$\text{مولاریت} = \frac{0.125\ mol \times 1000\ mL\ L^{-1}}{450\ mL} = 0.278\ M$$

$= 0.278\ mol\ L^{-1}$

$= 0.278\ mol\ dm^{-3}$

(vii) **مولالیت:** مولالیت (m) کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ یہ محلل کے ایک کلوگرام (kg) میں منحل کے مولوں کی تعداد ہے۔

$$\text{مولالیت}\ (m) = \frac{\text{منحل کے مولوں کی تعداد}}{\text{محلل کی کمیت کلوگرام میں}} \quad (2.9)$$

مثال کے طور پر، KCL کے 1.00 mol kg^{-1} (یا 1.00m) محلول کا مطلب ہے کہ KCL کا ایک مول (74.5 g) ایک کلوگرام پانی میں گھولا گیا ہے۔ محلول کے ارتکاز کو ظاہر کرنے کے ہر ایک طریقہ میں کچھ اچھائیاں اور کچھ خامیاں ہیں۔ کمیت فیصدی، ppm، مول کسر اور مولالیت درجۂ حرارت سے مبرّا ہیں جب کہ مولاریت درجۂ حرارت کا تفاعل ہے۔ کیونکہ حجم، درجۂ حرارت پر منحصر ہوتا ہے جب کہ کمیت نہیں۔

مثال 2.3

75 گرام بینزین میں 2.5g ایتھانوئک ایسڈ (CH_3COOH) کی مولالیت معلوم کیجیے۔

حل

$C_2H_4O_2$ کی مولر کمیت $= 12 \times 2 + 1 \times 4 + 16 \times 2 = 60\ g\ mol^{-1}$

$$C_2H_4O_2 \text{ کے مولوں کی تعداد} = \frac{2.5\ g}{60\ g\ mol^{-1}} = 0.0417\ mol$$

بینزین کی کمیت (کلوگرام میں) $= 75\ g / 1000\ g\ kg^{-1} = 75 \times 10^{-3}\ kg$

$$C_2H_4O_2 \text{ کی مولالیت} = \frac{C_2H_4O_2 \text{ کے مولوں کی تعداد}}{\text{بینزین کی کمیت کلوگرام میں}} = \frac{0.0417\ mol \times 1000\ g\ kg^{-1}}{75\ g}$$

$= 0.556\ mol\ kg^{-1}$

متن پر مبنی سوالات

2.1 بینزین (C_6H_6) اور کاربن ٹیٹرا کلورائڈ (CCl_4) کی کمیت فیصدی معلوم کیجیے اگر 22 گرام بینزین کو 122 گرام کاربن ٹیٹرا کلورائڈ میں گھولا گیا ہے۔

2.2 کمیت کے اعتبار سے کاربن ٹیٹرا کلورائڈ کے 30% محلول میں بینزین کی مول کسر معلوم کیجیے۔

2.3 مندرجہ ذیل محلولوں میں ہر ایک کی مولاریت معلوم کیجیے۔ (a) 4.3 لیٹر محلول میں 30 گرام ($CO(NO_3)_2 6H_2O$) (b) 0.5 MH_2HO_4 کے 30 mL کو 500 mL تک ڈائی لیوٹ کیا گیا ہے۔

2.4 0.25 molal آبی محلول کے 2.5 کلوگرام حاصل کرنے کے لیے درکار یوریا (NH_2CONH_2) کی کمیت معلوم کیجیے۔

2.5 KI کی (a) مولالیت (b) مولاریت (c) مول کسر معلوم کیجیے اگر آبی KI کے 20% (Mass by Mass) کی کثافت $1.202\ gmL^{-1}$ ہے۔

2.3 حل پذیری (Solubility)

کسی شے کی حل پذیری اس شے کی وہ زیادہ سے زیادہ مقدار ہے جو کہ محلّل کی کسی مخصوص مقدار میں حل ہو سکتی ہے۔ یہ منحل اور محلّل کی فطرت نیز درجہ حرارت اور دباؤ پر منحصر ہوتی ہے آیئے کسی ٹھوس یا گیس کے رقیق میں محللول پر ان عوامل کے اثرات پر غور کرتے ہیں۔

2.3.1 رقیق میں ٹھوس کی حل پذیری (Solubility of a Solid in Liquid)

ایک دیے ہوئے رقیق میں ہر ایک شے حل نہیں ہو پاتی ہے۔ سوڈیم کلورائڈ اور چینی پانی میں تیزی سے گھل جاتے ہیں جبکہ نیپتھلین (Naphthalene) اور اینتھراسین (Antrhacene) پانی میں حل نہیں ہو پاتے۔ اس کے برعکس نیپتھلین اور اینتھراسین بینزین میں تیزی سے حل ہو جاتے ہیں جبکہ سوڈیم کلورائڈ اور چینی حل نہیں ہو پاتی۔ یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ قطبی منحل قطبی محلّل میں حل پذیر ہیں جبکہ غیر قطبی منحل غیر قطبی محلّل میں حل پذیر ہیں۔ اگر عمومی طور پر کہا جائے تو، ایک منحل کسی محلّل میں حل پذیر ہے اگر دونوں میں سالمات کے درمیان بین سالماتی باہمی تعامل یکساں ہے یا ہم کہہ سکتے ہیں کہ (Like Dissolves Likes)۔

جب ایک ٹھوس منحل کو محلّل میں شامل کیا جاتا ہے تو کچھ منحل حل ہو جاتا اور محلول میں اس کا ارتکاز بڑھ جاتا ہے۔ اس عمل کو تحلیل (Dissolution) کہتے ہیں۔ منحل کے کچھ ذرات محلول میں ٹھوس منحل کے ٹھوس ذرات سے ٹکراتے ہیں اور محلول سے علیحدہ ہو جاتے ہیں۔ یہ عمل قلماؤ یا کرسٹلائزیشن (Crystallisation) کہلاتا ہے۔ ایک ایسی حالت پیدا ہو جاتی ہے جہاں دونوں عمل یکساں شرح سے واقع ہونے لگتے ہیں۔ ان حالات کے تحت محلول میں جانے والے منحل کے ذرات کی تعداد محلول سے علیحدہ ہونے والے منحل کے ذرات کی تعداد مساوی ہو جاتی ہے اور ایک حرکی توازن کی حالت پیدا ہو جاتی ہے۔

$$\text{منحل} + \text{محلّل} \rightleftharpoons \text{محلول} \qquad (2.10)$$

اس اسٹیج پر دی ہوئی شرائط کے تحت یعنی درجہ حرارت اور دباؤ پر محلول میں منحل کا ارتکاز مستقل رہتا ہے۔ جب گیسیں رقیق محلّل میں حل ہوتی ہیں تو بھی یہ عمل واقع ہوتا ہے۔ ایسے محلول جن میں اسی درجہ حرارت اور دباؤ پر منحل کی

مزید مقدار نہیں گھولی جاسکتی ہے سیر شدہ محلول (Saturated Solution) کہلاتے ہیں۔ایک غیر سیر شدہ محلول (Unsaturated Solution) وہ محلول ہے جس میں اسی درجہ حرارت اور دباؤ پر منحل کی مزید مقدار حل ہوسکتی ہے۔ وہ محلول جو کہ حرکی توازن کی حالت میں ہے اور جس میں غیر حل شدہ منحل موجود ہے سیر شدہ محلول ہے اور محلل کی دی ہوئی مقدار میں گھلے ہوئے محلول کی زیادہ سے زیادہ مقدار پر مشتمل ہوتا ہے۔اس طرح اس قسم کے محلول میں منحل کا ارتکاز ہی اس کی حل پذیری ہے۔

اس سے پہلے ہم مشاہدہ کر چکے ہیں کہ ایک شے کی دوسری شے میں حل پذیری اشیا کی نوعیت پر منحصر ہوتی ہے۔ ان تغیرات کے علاوہ دو اور پیرامیٹر یعنی درجہ حرارت اور دباؤ بھی اس واقعہ پر اثر انداز ہوتے ہیں۔

درجہ حرارت کا اثر *(Effect of Temperature)*

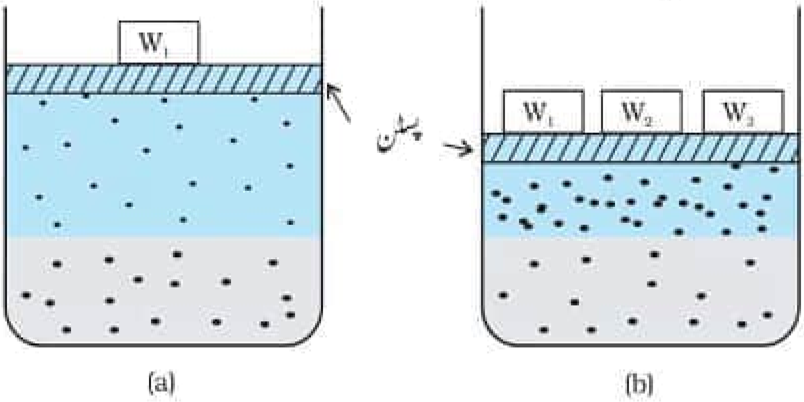
رقیق میں ٹھوس کی حل پذیری درجہ حرارت میں تبدیلی کی وجہ سے خاطر خواہ متاثر ہوتی ہے۔اس توازن پر غور کیجیے جسے مساوات 2.10 سے ظاہر کیا گیا ہے۔ حرکی توازن کی وجہ سے اسے لے شیٹلیئر اصول (Le Cheteliers Principle) کا اتباع کرنا چاہیے۔عمومی شکل میں اگر ایک لگ بھگ سیر شدہ محلول میں تحلیل کا عمل حرارت خوار (Endothermic) $(\Delta_{sol} H > 0)$ ہے تو حل پذیری میں درجہ حرارت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ اضافہ ہونا چاہیے اور اگر یہ عمل حرارت زا (Exothermic) $(\Delta_{sol} H < 0)$ ہے تو حل پذیر کم ہوجانی چاہیے۔ان رجحانات کا مشاہدہ تجرباتی طور پر بھی کیا جاتا ہے۔

دباؤ کا اثر *(Effect of Pressure)*

رقیق میں ٹھوس کی حل پذیری پر دباؤ کا خاطر خواہ اثر نہیں ہوتا۔اس کی وجہ یہ ہے کہ ٹھوس اور رقیق اشیا کو زیادہ دبایا نہیں جاسکتا اور عملی طور پر دباؤ میں تبدیلی آنے پر غیر متاثر رہتے ہیں۔

2.3.2 رقیق میں گیس کی حل پذیری Solubility of a Gas in a Liquid

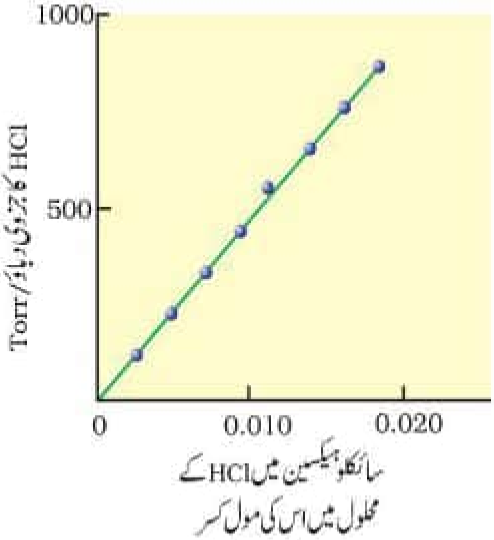
متعدد گیسیں پانی میں گھل جاتی ہیں۔آکسیجن کی بہت کم مقدار ہی پانی میں گھل پاتی ہے۔پانی میں گھلی ہوئی آکسیجن کی وجہ سے ہی آبی زندگی برقرار رہتی ہے۔اس کے برعکس ہائڈروجن کلورائڈ گیس (HCl) پانی میں بہت زیادہ حل پذیر ہے۔ رقیق میں گیسوں کی حل پذیری درجہ حرارت اور دباؤ سے بہت زیادہ متاثر ہوتی ہے۔ دباؤ میں اضافہ ہونے پر گیسوں کی حل پذیری میں اضافہ ہوتا ہے۔کسی محلل میں گیس کے محلول کے لیے ایک نظام پر غور کیجیے جیسا کہ شکل 2.1(a) میں دکھایا گیا ہے۔نچلا حصہ محلول ہے اور بالائی حصہ دباؤ p اور درجہ حرارت T پر گیسی نظام ہے۔فرض کیجیے کہ یہ نظام حرکی توازن کی حالت میں ہے یعنی ان حالات میں محلول فیز میں داخل ہونے والے اور باہر نکلنے والے گیسی ذرات کی شرح یکساں ہے۔اب گیس کو ایک چھوٹے حجم میں دباتے ہوئے محلول فیز کے دباؤ میں اضافہ کیجیے۔[شکل 2.1(b)] ایسا کرنے سے محلول کے اوپر فی اکائی حجم میں گیسی ذرات کی تعداد میں اضافہ ہوگا اور ساتھ ہی ساتھ



شکل 2.1: گیس کی حل پذیری پر دباؤ کا اثر۔ حل شدہ گیس کا ارتکاز محلول کے اوپر پڑنے والے دباؤ کے متناسب ہے۔

محلول میں داخل ہونے کے لیے گیسی ذرات کے محلول کی سطح سے ٹکرانے کی شرح میں بھی اضافہ ہوجاتا ہے۔ گیس کی حل پذیری میں نئے توازن کی حالت کو پہنچنے تک اضافہ ہوتا رہے گا نتیجتاً محلول کے اوپر گیس کے دباؤ میں اضافہ ہوگا اور اس طرح حل پذیری میں اضافہ ہوجائے گا۔

ہینری (Henry) وہ پہلا شخص تھا جس نے دباؤ اور محلل میں گیس کی حل پذیری کے درمیان مقداری تعلق کو پیش کیا جسے ہینری کا کلیہ (Henry's Law) کہا جاتا ہے۔ اس کلیے کے مطابق **مستقل درجہ حرارت پر رقیق میں گیس کی حل پذیری رقیق یا محلول کی سطح پر موجود گیس کے جزوی دباؤ کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔** ہینری کے زمانے میں ہی ڈالٹن نے بھی آزادانہ طور پر یہ نتیجہ اخذ کیا کہ رقیق محلول میں گیس کی حل پذیری گیس کے جزوی دباؤ (Partial Pressure) کا تفاعل ہوتی ہے۔ اگر ہم حل پذیری کی پیائش کے طور پر **محلول میں گیس کی مول کسر کا استعمال کرتے ہیں تو یہ کہا جاسکتا ہے کہ محلول میں گیس کی مول کسر محلول کے اوپر گیس کے جزوی دباؤ کے متناسب ہوتی ہے۔** ہینری کے کلیہ کی سب سے زیادہ استعمال میں آنے والے شکل کے مطابق **بخاراتی فیز (p) میں گیس کا جزوی دباؤ محلول میں گیس کی مول کسر (x) کے متناسب ہوتا ہے۔** اور اسے مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاتا ہے۔



شکل 2.2: 293K پر سائیکلو، ہیکسین میں HCl گیس کی حل پذیری کے تجرباتی نتائج خط کا اسلوب ہینری کلیہ کا مستقلہ یعنی K_H ہے۔

$$p = K_H x \qquad (2.11)$$

یہاں K_H ہینری کے کلیہ کا مستقلہ ہے۔ اگر ہم گیس کے جزوی دباؤ اور محلول میں گیس کی مول کسر کے مابین گراف کھینچیں تو ہمیں شکل 2.2 میں دکھایا گیا گراف حاصل ہوگا۔

یکساں درجہ حرارت پر مختلف گیسوں کے لیے K_H کی قدر مختلف ہوتی ہے۔ (جدول 2.2) اس سے معلوم ہوتا ہے کہ K_H گیس کی نوعیت کا تفاعل ہے۔ مساوات (2.11) سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ دیے ہوئے دباؤ پر K_H کی قدر جتنی زیادہ ہوگی رقیق میں گیس کی حل پذیری اتنی ہی کم ہوگی۔ جدول 2.2 سے یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ درجہ حرارت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ N_2 اور O_2 دونوں کی K_H میں اضافہ ہوتا ہے جس سے ظاہر ہے کہ درجہ حرارت میں کمی واقع ہونے پر گیس کی حل پذیری میں اضافہ ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے آبی انواع گرم پانی کے مقابلے ٹھنڈے پانی میں زیادہ آسانی محسوس کرتی ہیں۔

جدول 2.2 پانی میں کچھ چندہ گیسوں کے لیے ہینری کے کلیہ مستقلہ کی قدریں

گیس	درجہ حرارت/K	K_H/kbar	گیس	درجہ حرارت/K	K_H/kbar
He	293	144.97	آرگن	298	40.3
H_2	293	69.16	CO_2	298	1.67
N_2	293	76.48	فارملڈ یہائڈ	298	1.83×10^{-5}
N_2	303	88.84	میتھین	298	0.413
O_2	293	34.86	وینائل کلورائڈ	298	0.611
O_2	303	46.82			

مثال 2.4

اگر 293k پر پانی سے N_2 گیس گذاری جائے تو 1 لیٹر پانی میں N_2 گیس کے کتنے ملی مول گھلے ہوئے ہوں گے۔ فرض کیجیے کہ N_2 کے ذریعہ ڈالا گیا جزوی دباؤ 0.987bar ہے۔ 293k پر N_2 کے لیے ہینری کے کلیہ کا مستقلہ 76.48 kbar ہے۔

حل

گیس کی حل پذیری آبی محلول میں مول کسر سے تعلق رکھتی ہے۔ محلول میں گیس کی مول کسر ہینری کے کلیہ کا استعمال کر کے معلوم کی جاتی ہے۔ اس طرح

$$x(\text{نائٹروجن}) = \frac{p}{K_H} = \frac{0.987\ \text{bar}}{76.480\ \text{bar}} = 1.29\times10^{-5}$$

کیونکہ 1 لیٹر پانی میں اس کے 55.5 مول ہوتے ہیں اس لیے اگر n محلول میں N_2 کے مولوں کی تعداد کو ظاہر کرتا ہے تو

$$x\,(\text{نائٹروجن}) = \frac{n\ \text{mol}}{n\ \text{mol}+55.5\text{mol}} = \frac{n}{55.5}1.29\times10^{-5}$$

(نسب نما میں n کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے کیونکہ یہ <<55.5 ہوتا ہے۔)

اس طرح

$$n = 1.29\times10^{-5}\times55.5\text{mol} = 7.16\times10^{-4}\text{mol}$$

$$= \frac{7.16\times10^{-4}\text{mol}\times1000\text{mmol}}{1\text{mol}} = 0.716\ \text{mmol}$$

انڈسٹری میں ہینری کے کلیہ کے کئی استعمال ہیں اور یہ کچھ حیاتیاتی اعمال کی تشریح بھی کرتا ہے۔ ان میں سے کچھ ذیل میں مذکور ہیں۔

- سافٹ ڈرنک اور سوڈا واٹر میں CO_2 کی حل پذیری میں اضافہ کرنے کے لیے بوتل کو اونچے دباؤ پر سیل کیا جاتا ہے۔
- اسکیوبا غوطہ خوروں کو پانی کے اندر اونچے دباؤ پر سانس لینے کے دوران پانی میں گھلی ہوئی گیسوں کے بہت زیادہ ارتکاز کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔ بڑھا ہوا دباؤ خون میں کرہ باد کی گیسوں کی حل پذیری میں اضافہ کر دیتا ہے۔ جب غوطہ خور سطح کی طرف آتے ہیں تو دباؤ کم ہوتا جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے گھلی ہوئی گیس خارج ہونے لگتی ہے اور خون میں نائٹروجن کے بلبلے بننے لگتے ہیں۔ اس صورت میں کیپلری بلاک ہو جاتی ہیں اور ایک طبی حالت پیدا ہو جاتی ہے جسے بینڈس (Bends) کہتے ہیں جو کہ تکلیف دہ اور زندگی کے لیے خطرناک ہوتی ہے۔ خون میں نائٹروجن کے بہت زیادہ ارتکاز کی وجہ سے پیدا ہونے والے زہریلے اثرات اور بینڈس سے بچنے کے لیے اسکیوبا غوطہ خوروں کے ذریعہ استعمال کیے جانے والے ٹینکوں میں ہوا اور ہیلیم کا آمیزہ بھرا ہوتا ہے۔ (11.7% ہیلیم، 56.2% نائٹروجن اور 32.1% آکسیجن)
- بہت زیادہ اونچائی پر آکسیجن کا جزوی دباؤ سطح زمین کے مقابلے میں کم ہوتا ہے۔ اس کی وجہ سے پہاڑوں پر چڑھنے والے افراد (Climbers) اور زیادہ اونچائی پر رہنے والے لوگوں کے خون بافتوں میں آکسیجن کا ارتکاز کم ہو جاتا ہے۔ خون میں آکسیجن کی کمی کی وجہ سے پہاڑوں پر چڑھنے والے افراد کمزور ہو جاتے ہیں اور واضح طور پر سوچنے کے قابل نہیں رہ پاتے یہ ایک ایسی حالت کی علامات ہیں جسے Anoxia کہا جاتا ہے۔

درجۂ حرارت کا اثر (Effect of Temperature)

رقیق میں گیسوں کی حل پذیری درجۂ حرارت بڑھنے پر گھٹتی ہے۔ جب گیس حل ہوتی ہے تو اس کے سالمے رقیق فیز میں موجود ہوتے ہیں اور حل پذیری کے عمل کو تکثیف کے عمل کے مساوی سمجھا جاسکتا ہے اور اس عمل میں حرارت خارج ہوتی ہے۔ پچھلے حصہ میں ہم پڑھ چکے ہیں کہ حل پذیری کے عمل میں حرکی توازن شامل ہوتا ہے لہٰذا ہمیں لی چاٹلیئر اصول کو ماننا چاہیے۔ حل پذیری ایک حرارت زا عمل ہے، حل پذیری درجۂ حرارت بڑھنے پر گھٹنی چاہیے۔

متن پر مبنی سوالات

2.6 H_2S ایک زہریلی گیس ہے اور اس میں سڑے ہوئے انڈے جیسی بو آتی ہے۔ اس گیس کا استعمال کیفیتی تجزیہ (Qualitative Analysis) میں کیا جاتا ہے۔ اگر STP پر پانی میں H_2S کی حل پذیری 0.195m ہے تو ہینری کے کلیہ کا مستقلہ معلوم کیجیے۔

2.7 298K پر پانی میں CO_2 کے لیے ہینری کے کلیہ کا مستقلہ 1.67×10^8 Pa ہے۔ 500mL سوڈا واٹر میں CO_2 کی مقدار معلوم کیجیے جبکہ اسے 298K پر CO_2 2.5 atm دباؤ پر سیل کیا جاتا ہے۔

2.4 رقیق محلولوں کا بخاراتی دباؤ (Vapour Pressure of Liquid Solution)

رقیق محلول اس وقت تشکیل پاتے ہیں جب محلل رقیق ہوتا ہے۔ محلّل ٹھوس رقیق یا گیس ہوسکتا ہے۔ رقیق میں گیسوں کے محلولوں پر سیکشن 2.3.2 میں پہلے ہی بحث ہو چکی ہے۔ اس سیکشن میں ہم رقیق میں ٹھوس یا رقیق کے محلولوں پر بحث کریں گے۔ اس قسم کے محلولوں میں ایک یا زیادہ طیران پذیر اجزا ہوتے ہیں۔ عام طور سے رقیق محلل (Solvent) طیران پذیر (Volatile) ہوتا ہے۔ محلّل (Solute) طیران پذیر ہو بھی سکتا ہے اور نہیں بھی۔ ہم صرف بائنری محلولوں کی خصوصیات سے بحث کریں گے یعنی وہ محلول جو دو اجزاء پر مشتمل ہوتے ہیں جیسے (i) رقیق میں رقیق اور (ii) رقیق میں ٹھوس کا محلول۔

2.4.1 رقیق میں رقیق کے محلول کا بخاراتی دباؤ Vapour Pressure of Liquid-Liquid Solutions

آیئے دو طیران پذیر رقیق اشیا کے بائنری محلول پر غور کرتے ہیں اور دونوں اجزاء کو 1 اور 2 سے ظاہر کرتے ہیں۔ جب انھیں ایک بند برتن میں لیا جاتا ہے تو دونوں اجزاء کی تبخیر (Evaporation) ہونے لگتی ہے اور رقیق فیز و بخاراتی فیز کے درمیان ایک توازن قائم ہوجائے گا۔ مان لیجیے اس حالت میں کل بخاراتی دباؤ p_{total} ہے نیز p_1 اور p_2 بالترتیب اجزا 1 اور 2 کے جزوی بخاراتی دباؤ ہیں۔ یہ جزوی بخاراتی دباؤ بالترتیب اجزا 1 اور 2 کی مول کسروں x_1 اور x_2 سے متعلق ہیں۔

فرانسیسی کیمیا داں فرانکوئس مارٹے راؤلٹ (1886) نے ان کے درمیان مقداری تعلق کو بتایا۔ اس تعلق کو راؤلٹ کا کلیہ (Raoult's Law) کہا جاتا ہے۔ اس کلیہ کے مطابق طیران پذیر رقیق اشیا کے محلول کے لیے محلول میں ہر ایک جزو کا جزوی بخاراتی دباؤ اس کی مول کسر کے سیدھے تناسب میں ہوتا ہے۔

اس طرح، جزو 1 کے لیے

$$p_1 \propto x_1$$

اور

$$p_1 = p_1^0 x_1 \qquad (2.12)$$

جہاں p_1^0 یکساں درجہ حرارت پر خالص جزو 1 کا بخاراتی دباؤ ہے۔ اسی طرح جزو 2 کے لیے

$$p_2 = p_2^0 x_2 \tag{2.13}$$

جہاں p_2^0 خالص جزو 2 کے بخاراتی دباؤ کو ظاہر کرتا ہے۔

ڈالٹن کے جزوی دباؤ کے کلیہ کے مطابق برتن میں محلول فیز پر کل دباؤ (p_{total}) محلول کے اجزا کے جزوی دباؤ کے حاصل جمع کے مساوی ہوتا ہے۔ اسے مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاتا ہے:

$$p_{total} = p_1 + p_2 \tag{2.14}$$

p_1 اور p_2 کی قدروں کو رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$p_{total} = x_1 p_1^0 + x_2 p_2^0$$

$$= (1 - x_2) p_1^0 + x_2 p_2^0 \tag{2.15}$$

$$= p_1^0 + (p_2^0 - p_1^0) x_2 \tag{2.16}$$

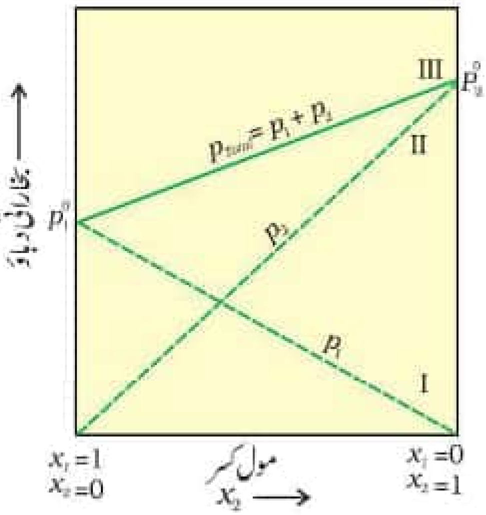
مساوات (2.16) سے مندرجہ ذیل نتائج اخذ کیے جاسکتے ہیں۔

(i) محلول کے اوپر کل بخاراتی دباؤ کسی بھی ایک جزو کی مول کسر سے متعلق ہوتا ہے۔

(ii) محلول کے اوپر کل بخاراتی دباؤ جزو 2 کی مول کسر کے ساتھ خطی اعتبار سے تبدیل ہوتا ہے۔

(iii) خالص اجزا 1 اور 2 کے بخاراتی دباؤ پر انحصار کرتے ہوئے محلول کا کل بخاراتی دباؤ جزو 1 کی مول کسر میں کمی کے ساتھ ساتھ گھٹتا ہے یا بڑھتا ہے۔

محلول کے لیے p_1 اور p_2 کا مول کسور x_1 اور x_2 کے ساتھ خطی گراف حاصل ہوتا ہے جیسا کہ شکل 2.3 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ خطوط (I اور II) بالترتیب ان نقاط سے ہوکر گزرتے ہیں جو کہ x_1 اور x_2 اکائی کے برابر ہیں۔ اسی طرح p_{total} اور x_2 کے درمیان بننے والے گراف (خط III) بھی خطی ہے (شکل 2.3) p_{total} کی کم سے کم قدر p_1^0 ہے اور زیادہ سے زیادہ قدر p_2^0 ہے، یہ مانتے ہوئے کہ جزو 1 جزو 2 کے مقابلے کم طیران پذیر ہے یعنی $p_1^0 < p_2^0$۔



شکل 2.3: درجۂ حرارت پر ایک مثالی محلول کے مول کسر اور بخاراتی دباؤ کا گراف ڈیش لائینس I اور II اجزا کے جزوی دباؤ کو ظاہر کرتی ہیں (گراف سے یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ (p_1 اور P_2) بالترتیب r1 اور r2 کے سیدھے تناسب میں ہیں۔ کل بخاراتی دباؤ شکل میں خط III کے ذریعہ دکھایا گیا ہے۔

محلول کے ساتھ توازن کی حالت میں بخاراتی فیز کی ترکیب کا تعین اجزا کے جزوی دباؤ کے ذریعے کیا جاتا ہے۔ اگر بخاراتی فیز میں اجزا 1 اور 2 کی مول کسریں بالترتیب y_1 اور y_2 ہیں تو ڈالٹن کے جزوی دباؤ کے کلیہ کا استعمال کرتے ہوئے۔

$$p_1 = y_1 \, p_{total} \tag{2.17}$$

$$p_2 = y_2 \, p_{total} \tag{2.18}$$

عمومی شکل میں

$$p_1 = y_1 \, p_{total} \tag{2.19}$$

مثال 2.5

298K پر کلوروفارم $(CHCl_3)$ اور ڈائی کلورومیتھین (CH_2Cl_2) کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 200 mm Hg اور 415 mm Hg ہیں۔ (i) 25.5 گرام $CHCl_3$ اور 40 گرام CH_2Cl_2 کی 298K پر آمیزش کرکے بنائے گئے محلول کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجیے۔ (ii) بخاراتی فیز میں ہر ایک جزو کی مول کسر یں۔

حل

(i) CH_2Cl_2 کی مولر کمیت $= 12 \times 1 + 1 \times 2 + 35.5 \times 2 = 85\ g\ mol^{-1}$

$CHCl_3$ کی مولر کمیت $= 12 \times 1 + 1 \times 1 + 35.5 \times 3 = 119.5\ g\ mol^{-1}$

CH_2Cl_2 کے مولوں کی تعداد $= \dfrac{40g}{85\ g\ mol^{-1}} = 0.47mol$

$CHCl_3$ کے مولوں کی تعداد $= \dfrac{25.5g}{119.5\ g\ mol^{-1}} = 0.213mol$

مولوں کی کل تعداد $= 0.47 + 0.213 = 0.683\ mol$

$$x_{CH_2Cl_2} = \frac{0.47\ mol}{0.683\ mol} = 0.688$$

$$x_{CHCl_3} = 1.00 - 0.688 = 0.312$$

مساوات (2.16) کا استعمال کرتے ہوئے۔

$$p_{total} = p_1^0 + (p_2^0 - p_1^0)x_2 = 200 + (415 - 200) \times 0.688$$

$$= 200 + 147.9 = 347.9\ mm\ Hg$$

(ii) تعلق (2.19) $y_i = p_i / p_{total}$ کا استعمال کرکے ہم گیس فیز (y_i) میں اجزا کی مول کسر معلوم کرسکتے ہیں۔

$$p_{CH_2Cl_2} = 0.688 \times 415\ mm\ Hg = 285.5\ mm\ Hg$$

$$p_{CHCl_3} = 0.312 \times 200\ mm\ Hg = 62.4\ mm\ Hg$$

$$y_{CH_2Cl_2} = 285.5 \times mm\ Hg / 347.9\ mm\ Hg = 0.82$$

$$y_{CHCl_3} = 62.4 \times mm\ Hg / 347.9\ mm\ Hg = 0.18$$

نوٹ: کیونکہ $CHCl_3$ کے مقابلے میں CH_2Cl_2 زیادہ طیران پذیر ہے [$p^0_{CH_2Cl_2} = 415$ mm Hg اور $p^0_{CHCl_3} = 200$ mm Hg] اور CH_2Cl_2 میں تجارتی فیز بھی زیادہ وافر (Richer) ہے [$y_{CH_2Cl_2} = 0.82$ اور $y_{CHCl_3} = 0.18$] اس طرح یہ نتیجہ اخذ کیا جاسکتا ہے کہ توازن کی حالت میں، اس جزو کی بخاراتی فیز ہمیشہ وافر ہوگی جو کہ زیادہ طیران پذیر ہے۔

2.4.2 راؤلٹ کا کلیہ ہینری کے کلیہ کے ایک مخصوص کیس کے طور پر
Raoult's Law as a special case of Henry's Law

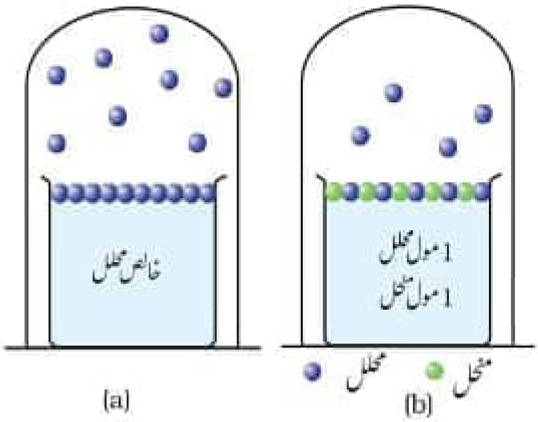
راؤلٹ کے کلیہ کے مطابق کسی دیے ہوئے محلول میں طیران پذیر جزو کا بخاراتی دباؤ $p_i = x_i\, p_i^0$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ رقیق میں گیس کے محلول میں ایک جزو اتنا طیران پذیر ہوتا ہے کہ یہ گیس حالت میں ہوتا ہے اور ہم پہلے ہی دیکھ چکے ہیں کہ اس کی حل پذیری کو ہینری کے کلیہ کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے۔ جس کے مطابق

$$p = K_H\, x$$

اگر ہم راؤلٹ کے کلیہ اور ہینری کے کلیہ کی مساوات کا موازنہ کریں تو یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ گیس یا طیران پذیر جزو کا جزوی بخاراتی دباؤ محلول میں اس کی مول کسر کے سیدھے تناسب میں ہوتا ہے۔ صرف تناسبت کا مستقلہ K_H، p_1^0 سے مختلف ہوتا ہے۔ اس طرح راؤلٹ کا کلیہ، ہینری کے کلیہ کا ایک مخصوص کیس بن جاتا ہے جس میں K_H، p_1^0 کے مساوی ہوجاتا ہے۔

2.4.3 رقیق میں ٹھوس کے محلول کا بخاراتی دباؤ
Vapour Pressure of Solutions of Solids in Liquids

محلولوں کی ایک اور اہم جماعت ہے جس میں محلول، رقیق میں ٹھوس کے گھلنے سے بنتا ہے۔ مثال کے طور پر آیوڈین اور پانی میں سوڈیم کلورائڈ، گلوکوز، یوریا اور چینی نیز کاربن ڈائی سلفائڈ میں حل کیا گیا سلفر ان محلولوں کی چند طبیعی خصوصیات خالص محلل سے بالکل مختلف ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر بخاراتی دباؤ ہم گیارھویں جماعت میں اکائی 5 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ رقیق اشیا ایک دیے ہوئے درجۂ حرارت پر تبخیر ہو جاتی ہیں اور توازن کے حالات میں رقیق فیز پر رقیق کے بخارات کے ذریعہ ڈالا گیا دباؤ بخاراتی دباؤ کہلاتا ہے۔ (شکل (2.4(b)) خالص رقیق میں مکمل سطح رقیق کے سالمات سے گھر جاتی ہے۔ اگر دیے ہوئے محلول کے محلل میں غیر طیران پذیر منحل ملایا جاتا ہے (شکل (2.4(b)) تو محلول کا بخاراتی دباؤ تنہا محلل کی وجہ سے ہوگا۔ ایک دیے ہوئے درجہ حرارت پر محلول کا یہ بخاراتی دباؤ اسی درجہ حرارت پر خالص ایک محلل کے بخاراتی دباؤ سے کم ہوتا ہے۔ محلول میں، سطح منحل اور محلل دونوں کے سالمات پر مشتمل ہوتی ہے اس کی وجہ سے محلل کے سالمات کے ذریعہ گھیری گئی سطح کی کسر کم ہوجاتی ہے۔ نتیجتاً سطح سے باہر آنے والے محلل کے سالمات نظیری طور پر کم ہوجاتے ہیں۔ اس طرح بخاراتی دباؤ بھی کم ہوجاتا ہے۔



شکل 2.4 : محلل میں منحل کی موجودگی کی وجہ سے محلل کے بخاراتی دباؤ میں کمی (a)محلل کی سطح سے اس کے سالمات کی تبخیر کو ● سے ظاہر کیا گیا ہے(b)محلول میں منحل کے ذرات کو ● سے ظاہر کیا گیا ہے اور یہ سطحی رقبہ کے حصہ کو گھیرتے ہیں۔

محلل کے بخاراتی دباؤ میں کمی محلول میں موجود غیر طیران پذیر منحل کی مقدار پر منحصر ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ایک کلوگرام پانی میں 1.0mol سکروز ملانے پر پانی کے بخاراتی دباؤ میں ہونے والی کمی اسی درجہ حرارت پر پانی کی اتنی ہی مقدار میں 1.0 mol یوریا ملانے پر پیدا ہونے والے بخارتی دباؤ کے تقریباً برابر ہوتی ہے۔

عمومی طور پر اگر کہا جائے تو راؤلٹ کے کلیہ کے مطابق، کسی بھی محلول کے لیے محلول میں ہر ایک جزو کا جزوی بخاراتی دباؤ اس کی مول کسر کے سیدھے تناسب میں ہوتا ہے۔

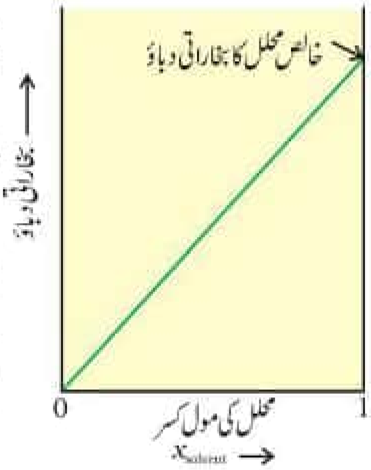
آیئے ایک بائنری محلول میں، محلل کو 1 سے اور منحل کو 2 سے ظاہر کرتے ہیں۔ جب منحل غیر طیران پذیر ہے۔ تو صرف محلل کے سالمات ہی بخاراتی فیز میں

موجود ہوں گے اور بخاراتی دباؤ میں تعاون کریں گے۔ مان لیجیے p_1^0 محلل کا بخاراتی دباؤ ہے، x_1^0 مول کسر ہے، p_1^0 خالص حالت میں اس کا بخاراتی دباؤ ہے تو راؤلٹ کے کلیہ کے مطابق

$$p_1 \propto x_1$$

اور $$p_1 = x_1 p_1^0 \qquad (2.20)$$

تناسبیت کا مستقلہ خالص محلل کے بخاراتی دباؤ p_1^0 کے مساوی ہے محلل کے بخاراتی دباؤ اور مول کسر کے درمیان کھینچا گیا گراف خطی ہے (شکل 2.5)۔



شکل 2.5 اگر تمام ارتکاز کے لیے محلول راؤلٹ کے کلیہ کا اتباع کرتا ہے تو اس کا بخاراتی دباؤ صفر سے خالص محلل کے بخاراتی دباؤ تک خطی اعتبار سے تبدیل ہوگا

راؤلٹ کے کلیہ کی بنیاد پر رقیق۔ رقیق محلولوں کی درجہ بندی مثالی اور غیر مثالی محلولوں کے تحت کی جا سکتی ہے۔

2.5 مثالی اور غیر مثالی محلول (Ideal and Non-ideal Solution)

2.5.1 مثالی محلول (Ideal Solution)

ایسے محلول جو ارتکاز کی مکمل رینج میں راؤلٹ کے کلیہ کا اتباع کرتے ہیں مثالی محلول (Ideal Solution) کہلاتے ہیں۔ مثالی محلولوں کی دو اہم خصوصیات ہوتی ہیں محلول بنانے کے لیے خالص اجزا کی آمیزش کی انتھالپی صفر ہوتی ہے اور آمیزش کا حجم بھی صفر ہوتا ہے۔ یعنی

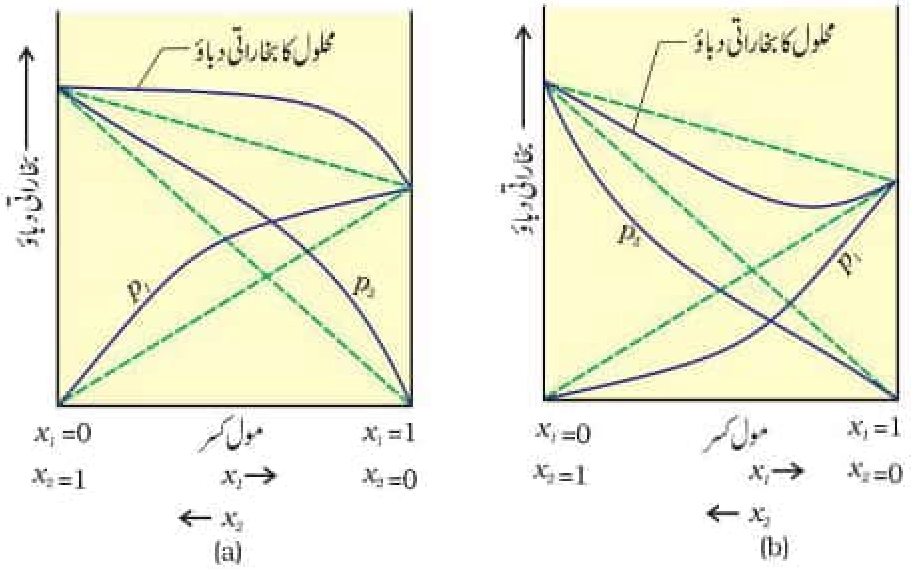
$$\Delta_{mix}H = 0 \qquad \Delta_{mix}V = 0 \qquad (2.21)$$

اس کا مطلب ہے کہ جب اجزا کی آمیزش کی جاتی ہے تو حرارت نہ تو خارج ہوتی ہے اور نہ ہی جذب ہوتی ہے۔ مزید یہ کہ محلول کا حجم دونوں اجزا کے حجموں کے حاصل جمع کے مساوی ہوتا ہے۔ سالماتی سطح پر محلولوں کا مثالی طرز عمل کی وضاحت دو اجزا A اور B پر غور کرکے کی جا سکتی ہے۔ خالص اجزا میں سالمات کے درمیان کشش باہمی عمل A-A اور B-B قسم کے ہوں گے جبکہ بائنری محلول میں ان دونوں باہمی عملوں کے ساتھ ساتھ A-B قسم کے باہمی عمل بھی موجود ہوں گے۔ A-A اور B-B کے درمیان اگر سالمات کے مابین قوت کشش A-B کے درمیان کی قوت کشش کے تقریباً مساوی ہے تو اس کے نتیجہ میں مثالی محلول حاصل ہوگا۔ مکمل مثالی محلول شاذ و نادر ہی ہوتے ہیں لیکن کچھ محلول کا طرز عمل تقریباً مثالی ہوتا ہے۔ n-hexane اور n-heptane کا محلول، bromoethane اور chloroethane کا محلول بینزین اور ٹولوئین (Tolune) کا محلول اسی قسم کے محلولوں کی مثالیں ہیں۔

2.5.2 غیر مثالی محلول (Non-ideal Solution)

جب کوئی محلول ارتکاز کی مکمل رینج میں راؤلٹ کے کلیہ کا اتباع نہیں کرتا تو وہ غیر مثالی محلول کہلاتا ہے۔ اس قسم کے محلول کا بخاراتی دباؤ اس بخاراتی دباؤ سے یا تو کم ہوگا یا زیادہ ہوگا جس کی پیشین گوئی راؤلٹ کے کلیہ (مساوات 2.16) کے ذریعہ کی گئی ہے۔ اگر یہ زیادہ ہے تو محلول راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف (Positive Deviation) کا اظہار کرتا ہے۔ اگر یہ کم ہے تو منفی انحراف کا اظہار کرے گا۔ اس قسم کے محلولوں کے لیے مول کسر کے طور پر بخاراتی دباؤ کا گراف شکل 2.6 میں دکھایا گیا ہے۔

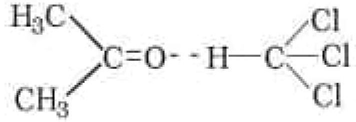
ان انحراف کی وجہ سالماتی سطح پر باہمی عمل کی نوعیت ہے راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف کے معاملہ میں A-B باہمی عمل A-A یا B-B باہمی عمل کے مقابلے کمزور ہوتے ہیں یعنی اس معاملے میں منحل محلل کے سالمات کے درمیان کشش کی قوتیں منحل منحل اور محلل محلل سالمات کے درمیان کی قوتوں کے مقابلے میں کمزور ہوتی ہیں۔ اس کا



شکل 2.6
دواجزائی نظام کے بخاراتی دباؤ تفاعل کے طورپر (a)محلول جو کہ راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف کو ظاھر کرتا ھے (b) محلول جو کہ راؤلٹ کے کلیہ سے منفی انحراف ظاہرکرتا ہے۔

مطلب ہے کہ اس قسم کے محلولوں میں A (یاB) کے سالمات خالص حالت کے مقابلے آسانی سے بھاگ نکلتے ہیں۔ اس کی وجہ سے بخاراتی دباؤ میں اضافہ ہوگا جو کہ مثبت انحراف کا سبب بنے گا۔ ایتھنال اور ایسیٹون کا آمیزہ اسی قسم کے طرزِ عمل کا اظہار کرتا ہے۔ خالص ایتھنال میں سالمات کے درمیان ہائڈروجن بانڈ (Hydrogen Bond) ہوتے ہیں۔ ایسیٹون ملانے پر اس کے سالمات میزبان سالمات کے درمیان آجاتے ہیں اور ان کے درمیان کے کچھ ہائڈروجن بند توڑ دیتے ہیں۔ باہمی عمل کے کمزور ہونے کی وجہ سے محلول راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف کو ظاہر کرے گا۔ [شکل (a)2.6] ایسیٹون میں کاربن ڈائی سلفائڈ ملانے پر بننے والے محلول میں منحل محلل سالمات کے درمیان دو قطبی (Dipolar) باہمی عمل متعلقہ مُحل۔ مُحل سالمات اور محلل۔ محلل سالمات کے مقابلے میں کمزور ہوتے ہیں۔ یہ محلول ہمیشہ مثبت انحراف کو ظاہر کرتا ہے۔

راؤلٹ کے کلیہ سے منفی انحراف کے معاملے میں A-A اور B-B کے درمیان بین سالماتی قوت کشش A-B کے مقابلے کمزور ہوتی ہے۔ اس کی وجہ سے بخاراتی دباؤ کم ہو جاتا ہے جو کہ منفی انحراف کا سبب بنتا ہے۔ اس قسم کی مثال فینال اور اینیلین کا آمیزہ ہے۔ اس کیس میں فینا لک پروٹان اور اور اینیلین کے نائٹروجن ایٹم پر لون پیئر (Lone pair) کے درمیان متعلقہ بین سالماتی ہائڈروجن بندش اسی قسم کے سالمات کے درمیان متعلقہ بین سالماتی ہائڈروجن بندش کے مقابلے میں مضبوط ہوتی ہے۔ اسی طرح، کلوروفارم اور ایسیٹون کا آمیزہ اسی قسم کا محلول ہے جو کہ راؤلٹ کے کلیہ سے منفی انحراف کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ اس وجہ سے ہوتا ہے کہ کلوروفارم کا سالمہ ایسیٹون کے سالمہ کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بنانے کے اہل ہوتا ہے جیسا کہ دکھایا گیا ہے۔



اس کی وجہ سے ہر ایک جزو کے سالمات کے فرار ہونے کا رجحان کم ہوجاتا ہے۔ نتیجے کے طور پر بخاراتی دباؤ میں کمی واقع ہوتی ہے جو کہ راؤلٹ کے کلیہ سے منفی انحراف کا سبب بنتا ہے۔ [شکل (b)2.6]

کچھ رقیق اشیا کی آمیزش کے نتیجے میں ایزیوٹراپس (Azeotropes) حاصل ہوتے ہیں جو کہ بائنری آمیزے ہیں۔ رقیق اور بخاراتی فیز میں ان کی ترکیب یکساں رہتی ہے اور یہ ایک مستقل درجہ حرارت پر ابلتے ہیں۔

اس قسم کے معاملوں میں اجزا کو کسری کشید (Fractional Distillation) کے ذریعہ علیحدہ کر پانا ممکن نہیں ہے۔ ایزیوٹراپس دو قسم کے ہیں جو کہ **کمترین جوش ایزیوٹراپ** (Minimum Boiling Azeotrope) اور **ازحد جوش ایزیوٹراپ** (Maximum Boiling Azeotrope) کہلاتے ہیں۔ وہ محلول جو راؤلٹ کے کلیہ سے بہت زیادہ مثبت انحراف کو ظاہر کرتے ہیں وہ ایک مخصوص ترکیب پر کمترین جوش ایزیوٹراپ تشکیل دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایتھنال اور پانی کے آمیزہ (چینی کی تخمیر سے حاصل ہوتا ہے) کی کسری کشید کے نتیجے میں ایک محلول حاصل ہوتا ہے جو کہ حجم کے اعتبار سے 95% ایتھنال پر مشتمل ہوتا ہے۔ ایک مرتبہ جب یہ ترکیب جسے ایزیوٹراپ ترکیب کہتے ہیں، حاصل ہو جاتی ہے تو رقیق اور بخارات کی ترکیب یکساں ہو جاتی ہے اور مزید علیحدگی نہیں ہو پاتی۔

ایسے محلول جو کہ راؤلٹ کے کلیہ سے بہت زیادہ منفی انحراف کا اظہار کرتے ہیں وہ ایک مخصوص ترکیب پر ازحد جوش ایزیوٹراپ تشکیل دیتے ہیں۔ نائٹرک ایسڈ اور پانی کا آمیزہ اسی قسم کے ایزیوٹراپ کی مثال ہے۔ اس ایزیوٹراپ کی تقریباً ترکیب ہے: کمیت کے اعتبار سے 68% نائٹرک ایسڈ اور 32% پانی نیز نقطہ جوش 393 K۔

متن پر مبنی سوالات

2.8 350K پر خالص رقیق A اور B کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 450 اور 700 mmHg ہیں رقیق آمیزہ کی ترکیب معلوم کیجئے اگر کل بخاراتی دباؤ 600 mm Hg ہے۔ بخاراتی فیز کی ترکیب معلوم کیجئے

2.6 مربوط خصوصیات اور مولر کمیت کا تعین (Colligative Properties and Determination of Molar Mass)

ہم سیکشن 2.4.3 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ جب طیران پذیر محلل میں غیر طیران پذیر منحل شامل کر دیا جاتا ہے تو محلول کا بخاراتی دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ محلولوں کی ایسی کئی خصوصیات ہیں جو کہ بخاراتی دباؤ کے کم ہونے سے وابستہ ہیں۔ یہ خصوصیات ہیں: (1) محلل کے بخاراتی دباؤ میں نسبتی کمی۔ (2) محلل کے نقطۂ انجماد میں انخفاض (Depression) (3) محلل کے نقطۂ جوش میں اضافہ (4) محلول کا ولوجی دباؤ (Osmotic Pressure) **یہ سبھی خصوصیات منحل کے ذرات پر منحصر ہوتی ہیں ان کی نوعیت کے بلا لحاظ جو کہ محلول میں موجود کل ذرات سے متعلق ہیں۔ اس قسم کی خصوصیات مربوط خصوصیات (Colliative Properties)** کہلاتی ہیں۔ (Colligative لاطینی زبان سے اخذ ہے CO کے معنی ہیں ساتھ ساتھ Ligare (Together) کے معنی میں جڑنا (To bind)) مندرجہ ذیل سیکشن میں ہم ان خصوصیات پر ایک ایک کر کے بحث کریں گے۔

2.6.1 بخاراتی دباؤ میں نسبتی تخفیف (Relative Lowering of Vapour Pressure)

ہم سیکشن 2.4.3 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ محلول میں محلل کا بخاراتی دباؤ خالص محلل سے کم ہوتا ہے۔ راؤلٹ نے یہ متعین کیا کہ بخاراتی دباؤ میں کمی صرف منحل کے ذرات کے ارتکاز پر منحصر ہوتی ہے اور یہ ان کی شناخت سے مبرا ہے۔ سیکشن 2.4.3 میں دی گئی مساوات (2.20) محلول کے بخاراتی دباؤ، مول کسر اور محلل کے بخاراتی دباؤ کے درمیان تعلق قائم کرتی ہے۔ یعنی

$$p_1 = x_1\, p_1^0 \qquad (2.22)$$

محلل کے بخاراتی دباؤ میں کمی (Δp_1) ذیل میں دی گئی ہے۔

$$\Delta p_1 = p_1^0 - p_1 = p_1^0 - p_1^0 - p_1^0 x_1 \quad (2.23)$$

$$= p_1^0 (1-x_1)$$

یہ جانتے ہوئے کہ $x_2 = 1-x_1$، مساوات (2.23) مندرجہ ذیل ہو جاتی ہے۔

$$\Delta p_1 = x_2\, p_1^0 \quad (2.24)$$

متعدد غیر طیران پذیر محلّوں پر مشتمل محلول میں بخاراتی دباؤ میں کمی کا انحصار مختلف محلّوں کی مول کسر کے حاصل جمع پر ہوتا ہے۔

مساوات (2.24) کو مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاسکتا ہے۔

$$\frac{\Delta p_1}{p_1^0} = \frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = x_2 \quad (2.25)$$

مساوات کے بائیں جانب کی عبارت جیسا کہ پہلے مذکور ہوا بخاراتی دباؤ میں نسبتی تخفیف کہلاتی ہے اور یہ محلّل کی مول کسر کے مساوی ہوتی ہے۔ مذکورہ بالا مساوات کو یوں لکھا جاسکتا ہے:

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \quad \left(\text{کیونکہ } x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}\right) \quad (2.26)$$

یہاں n_1 اور n_2 محلول میں موجود بالترتیب محلّل اور منحل کے مولوں کی تعداد کو ظاہر کرتے ہیں۔ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے $n_2 << n_1$، اس طرح نسب نما میں n_2 کو نظر انداز کرنے پر ہمارے پاس ہے۔

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.27)$$

$$\text{یا} \quad \frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{w_2 \times M_1}{M_2 \times w_1} \quad (2.28)$$

یہاں w_1 اور w_2 بالترتیب محلّل اور منحل کی کمیتیں ہیں نیز M_1 اور M_2 مولر کمیتیں ہیں۔

اگر دیگر مقداریں معلوم ہیں تو اس مساوات (2.28) کا استعمال کرکے منحل کی مولر کمیت M_2 معلوم کی جاسکتی ہے۔

مثال 2.6

ایک مخصوص درجہ حرارت پر بینزین کا بخاراتی دباؤ 0.850bar ہے۔ ایک غیر طیران پذیر، غیر الیکٹرولائٹ ٹھوس جس کا وزن 0.5g ہے جب 39.0g بینزین (مولر کمیت 78 گرام فی مول) میں ملایا جاتا ہے تو محلول کا بخاراتی دباؤ 0.845 bar ہو جاتا ہے۔ ٹھوس شے کی مولر کمیت معلوم کیجیے۔

حل

معلوم مقداریں مندرجہ ذیل ہے۔

p_1^0=0.850 bar; p=0.845 bar; M_2=78 gmol^{-1}; w_2=0.5g; w_2=0.5;

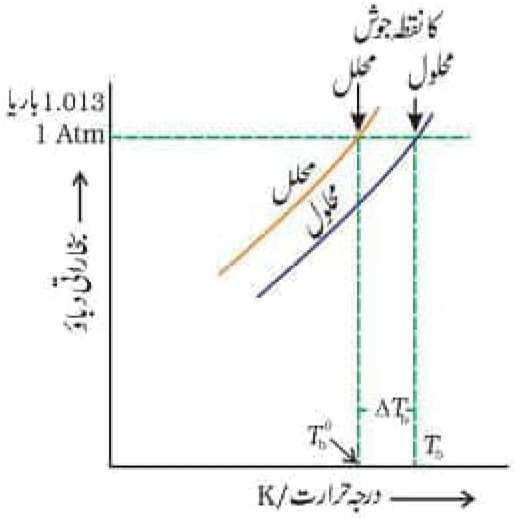
ان مقداروں کو مساوات 2.28 میں رکھنے پر، ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{0.850\text{bar} - 0.845\text{bar}}{0.850\text{bar}} = \frac{0.5\text{g} \times 78\ \text{g mol}^{-}}{\text{M2} \times 39\text{g}}$$

Therefore, M_2 = 170 g mol^{-1}

2.6.2 نقطہ جوش میں اضافہ (Elevation of Boiling Point)

ہم جماعت XI میں اکائی 5 میں پڑھ چکے ہیں کہ رقیق شے کا بخاراتی دباؤ درجہ حرارت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ بڑھتا ہے۔ یہ رقیق اس وقت ابلنے لگتا ہے جب اس کا بخاراتی دباؤ کرہ باد کے دباؤ (Atmospheric Pressure) کے مساوی ہوجاتا ہے۔ مثال کے طور پر پانی 373.15K(100°C) پر ابلتا ہے کیونکہ اس درجہ حرارت پر پانی کا بخاراتی دباؤ 1.013 bar(1 atm) ہوتا ہے۔ گذشتہ سیکشن میں ہم یہ بھی سیکھ چکے ہیں کہ محلل کا بخاراتی دباؤ غیر طیران پذیر منحل کی موجودگی میں کم ہو جاتا ہے۔ درجہ حرارت کے تفاعل کے طور پر خالص محلل اور محلول کے بخاراتی دباؤ میں تغیر کو شکل 2.7 میں ظاہر کیا گیا ہے۔ مثال کے طور پر سکروز کے آبی محلول کا بخاراتی دباؤ 373.15k پر 1.013bar سے کم ہے۔ اس محلول کو ابالنے کے لیے اس کے بخاراتی دباؤ کو 1.013 bar تک بڑھانا ہوگا۔ اس کے لیے محلول کے درجہ حرارت کو خالص محلل (پانی) کے نقطہ جوش سے زیادہ کرنا ہوگا۔ اس طرح محلول کا نقطہ جوش اس خالص محلل کے نقطہ جو سے زیادہ ہوتا ہے جس میں محلول بنایا گیا ہے جیسا کہ شکل 2.7 میں دکھایا گیا ہے۔ بخاراتی دباؤ میں تخفیف کی طرح ہی نقطہ جوش میں اضافہ کا انحصار بھی منحل کے سالمات کی فطرت کے مقابلے ان کی تعداد پر ہوتا ہے۔ 1000g پانی میں 1 مول کا سکروز کا محلول 1atm دباؤ پر 373.52k پر ملتا ہے۔



شکل 2.7: محلول کے لیے بخاراتی دباؤ کا خط انحنا خالص پانی کے انحنا سے نیچے آتا ہے۔ ڈائیگرام سے ظاہر ہوتا ہے کہ Dtb محلول میں محلل کے نقطہ جوش میں اضافہ کو ظاہر کرتا ہے۔

مان لیجئے T_b^0 خالص محلل کا نقطہ جوش ہے اور T_b محلول کا نقطہ جوش ہے۔ نقطہ جوش میں بڑھوتری $\Delta T_b = T_b - T_b^0$ ہے جسے نقطہ جوش میں اضافہ کہا جاتا ہے۔

تجربات یہ دکھاتے ہیں کہ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے نقطہ جوش میں اضافہ (ΔT_b) محلول میں منحل کے مولل ارتکاز (Molal Concentration) کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔ اس طرح

$$\Delta T_b \propto m \tag{2.29}$$

$$\Delta T_b = K_b\, m \tag{2.30}$$

یہاں (Molality) 1 کلوگرام محلل میں گھلے ہوئے منحل کے مولوں کی تعداد ہے اور تناسبیت کا مستقلہ K_b **نقطہ جوش میں اضافہ کا مستقلہ یا مولل اضافہ کا مستقلہ (Ebullioscopic Constant)** کہلاتا ہے۔ K_b کی اکائی $K\ kg\ mol^{-1}$ ہے۔ کچھ عام محلولوں کے لیے K_b کی قدریں جدول 2.3 میں دی گئی ہیں۔ اگر M_2 مولر کیمت والے w_2 گرام منحل کو w_1 گرام محلل میں گھولا گیا ہے تو محلول کی Molality یعنی m کو مندرجہ ذیل عبارت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$m = \frac{w2/M_2}{w_1/1000} = \frac{1000 \times w_2}{M_2 \times w_1} \tag{2.31}$$

Molality کی قدر کو مساوات (2.30) میں رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\Delta T_b = \frac{K_b \times 1000 \times w_2}{M_2 \times w_1} \quad (2.32)$$

$$M_2 = \frac{1000 \times w_2 \times K_b}{\Delta T_b \times w_1} \quad (2.33)$$

اس طرح M_2 منحل کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے محلل کی معلوم کمیت میں منحل کی معلوم کمیت لی جاتی ہے اور اس معلوم محلل کے لیے ΔT_b کا تعین تجرباتی طور پر کیا جاتا ہے جس کی T_b کی قدر معلوم ہے۔

مثال 2.7

ایک کڑھائی میں 1kg پانی میں، 18g گلوکوز، $C_6H_{12}O_6$ گھولا گیا ہے۔ 1.013 bar دباؤ پر کس درجہ حرارت پر پانی ابلنے لگے گا؟ پانی کے لیے K_b کی قدر $0.52\ K\ kg\ mol^{-1}$ ہے۔

حل

گلوکوز کے مولوں کی تعداد $= 18g/180g\ mol^{-1} = 0.1\ mol$

محلل کے کلوگرام $= 1kg$

گلوکوز محلول کی مولالیت $= 0.1\ mol\ kg^{-1}$

پانی کے لیے، نقطہ جوش میں تبدیلی

$\Delta T_b = K_b \times m = 0.52K\ Kg\ mol^{-1} \times 0.1\ mol\ Kg^{-1} = 0.052\ K$

کیونکہ پانی 1.013bar دباؤ پر 373.15k پر ابلتا ہے۔ لہٰذا محلول کا نقطہ جوش ہوگا

$373.15 + 0.052 = 373.202K$

مثال 2.8

بینزین کا نقطہ جوش 353.23K ہے۔ جب 90 گرام بینزین میں 1.80 گرام غیر طیران پذیر منحل گھولا جاتا ہے تو نقطہ جوش 354.11K تک بڑھ جاتا ہے۔ منحل کی مولر کمیت معلوم کیجیے۔ بینزین کے لیے Kb کی قدر $2.53\ K\ kg\ mol^{-1}$ ہے۔

حل

نقطہ جوش میں اضافہ (ΔT_b) مندرجہ ذیل ہے۔

$354.11\ K - 353.23\ K = 0.88K$

ان قدروں کو عبارت (2.33) میں رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$M_2 = \frac{2.53K\ kg\ mol^{-1} \times 1.8g \times 1000g\ Kg^{-1}}{0.88K \times 90g} = 58\ g\ mol^{-1}$$

اس طرح منحل کی مولر کمیت

$M2 = 58g\ mol^{-1}$

2.6.3 نقطہ انجماد میں تخفیف (Depression of Freezing Point)

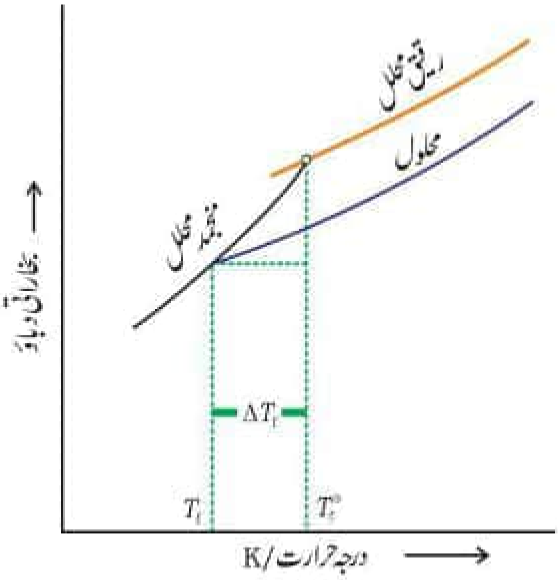
محلول کے بخاراتی دباؤ میں ہونے والی تخفیف خالص محلل شکل 2.8 کے مقابلے نقطہ انجماد میں تخفیف کا باعث ہوتی ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ کسی شے کے نقطہ انجماد پر ٹھوس فیز، رقیق فیز کے ساتھ توازن کی حالت میں ہوتی ہے۔ اس طرح کسی شے کے نقطہ انجماد کی تعریف اس طرح کی جا سکتی ہے کہ یہ وہ درجہ حرارت ہے جس پر رقیق فیز میں شے کا بخاراتی دباؤ ٹھوس فیز میں اس کے بخاراتی دباؤ کے مساوی ہوتا ہے۔ ایک محلول اس وقت منجمد ہو جاتا ہے جب اس کا بخاراتی

دباؤ خالص ٹھوس محلل کے بخاراتی دباؤ کے برابر ہوجاتا ہے۔ جیسا کہ شکل 2.8 سے واضح ہے۔ راؤلٹ کے کلیہ کے مطابق جب کسی غیر طیران پذیر ٹھوس کو محلل میں ملایا جاتا ہے تو اس کا بخاراتی دباؤ کم ہوجاتا ہے۔ اور اب یہ کم درجہ حرارت پر ٹھوس محلل کے بخاراتی دباؤ کے مساوی ہوجاتا ہے۔ اس طرح محلل کا نقطہ انجماد کم ہوجاتا ہے۔

مان لیجیے T_f^0 خالص محلل کا نقطہ انجماد ہے اور جب اس میں ایک غیر طیران پذیر منحل ملا دیا جاتا ہے تو اس کا نقطہ انجماد T_f ہے۔ نقطہ انجماد میں کمی حسب ذیل ہوگی۔

$\Delta T_f = T_f^0 - T_f$ جسے نقطہ انجماد میں تخفیف کہتے ہیں۔

نقطہ جوش میں اضافہ کی طرح ہی، ڈائی لیوٹ محلول (مثالی محلول) کے لیے نقطہ انجماد میں تخفیف (ΔT_f) بھی محلول molality یعنی m کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔ اس طرح



شکل 2.8: محلول میں محلل کے نقطہ انجماد میں کمی یعنی Dtf کو ظاہر کیا گیاہے۔

$$\Delta T_f \propto m$$

یا

$$\Delta T_f = K_f m \qquad (2.34)$$

تناسبیت کا مستقلہ K_f جو کہ محلل کی فطرت پر منحصر ہوتا ہے۔ **نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ یا مولل تخفیف کا مستقلہ (Cryoscopic Constant)** کہلاتا ہے K_f کی اکائی $K\ kg\ mol^{-1}$ ہے۔ کچھ عام محللوں کے لیے K_f کی قدریں جدول 2.3 میں دی گئی ہیں۔

اگر M_2 مولر کمیت والا w_2 گرام منحل جو کہ w_1 گرام محلل میں موجود ہے اور محلل کے نقطہ انجماد میں تخفیف ΔT_f ہے تو منحل کی Molatity مساوات (2.31) کے ذریعہ ظاہر کی جاتی ہے۔

$$m = \frac{w_2 / M_2}{w_1 / 1000} \qquad (2.31)$$

Molality کی اس قدر کو مساوات (2.34) میں رکھنے پر

$$\Delta T_f = \frac{K_f \times w_2 / M_2}{w_1 / 1000}$$

$$\Delta T_f = \frac{K_f \times w_2 \times 1000}{M_2 \times w_1} \qquad (2.35)$$

$$M_2 = \frac{K_f \times w_2 \times 1000}{\Delta T_f \times w_1} \qquad (2.36)$$

اس طرح منحل کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے ہمیں w_1، w_2، ΔT_f جیسی مقداریں معلوم ہونی چاہئیں اسی کے ساتھ ساتھ مولل نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ بھی معلوم ہونا چاہیے۔

K_f اور K_b جن کا انحصار محلل کی نوعیت پر ہوتا ہے، کی قدریں مندرجہ ذیل تعلق کی مدد سے معلوم کی جاسکتی ہے۔

$$K_f = \frac{R \times M_1 \times T_f^2}{1000 \times \Delta_{fus} H} \quad (2.37)$$

$$K_b = \frac{R \times M_1 \times T_b^2}{1000 \times \Delta_{vap} H} \quad (2.38)$$

یہاں علامات R اور M_1 بالترتیب گیس مستقلہ اور محلل کی مولرکیت کو ظاہر کرتی ہیں اور T_f اور T_b بالترتیب خالص محلل کے نقطہ انجماد اور نقطہ جوش (کیلون میں) میں مزید یہ کہ $\Delta_{fus}H$ اور $\Delta_{vap}H$ بالترتیب محلل کی گداخت (Fusion) اور تبخیر کی اینتھالپی ہیں۔

جدول 2.3 کچھ محلولوں کے لیے مولل نقطہ جوش میں اضافہ کا مستقلہ اور نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ

محلل	b.p./K	Kb/K kg mol⁻¹	f.p./K	Kf/K Kg mol⁻¹
پانی	373.15	0.52	273.0	1.86
ایتھنال	351.5	1.20	155.7	1.99
سائکلوہیکسین	353.74	2.79	279.55	20.00
بینزین	353.3	2.53	278.6	5.12
کلوروفارم	334.4	3.63	209.6	4.79
کاربن ٹیٹرا کلورائڈ	350.0	5.03	250.5	31.8
کاربن ڈائی سلفائڈ	319.4	2.34	164.2	3.83
ڈائی ایتھائل ایتھر	307.8	2.02	156.9	1.79
ایسٹک ایسڈ	391.1	2.93	290.0	3.90

مثال 2.9

45 گرام ایتھائلین گلائکول ($C_2H_6O_2$) کی 600 گرام پانی میں آمیزش کی گئی ہے۔ (a) نقطہ انجماد میں تخفیف اور (b) محلول کا نقطہ انجماد معلوم کیجیے۔

حل

نقطہ انجماد میں تخفیف کا تعلق molality سے ہوتا ہے۔ لہٰذا ایتھائلین گلائکول کی نسبت سے محلول کی molality مندرجہ ذیل ہے۔ = $\frac{\text{ایتھائلین گلائکول کے مول}}{\text{پانی کی کمیت کلوگرام میں}}$

ایتھائلین گلائکول کے مولوں کی تعداد = $\frac{45 g}{62 g\ mol^{-1}} = 0.73 mol$

پانی کی کمیت کلوگرام میں = $\frac{600 g}{1000 g\ kg^{-1}} = 0.6 kg$

ایتھائلین گلائکول کی molality = $\frac{0.73 mol}{0.60 kg} = 1.2 mol\ kg^{-1}$

لہٰذا نقطہ انجماد میں تخفیف

$\Delta T_f = 1.86 K\ kg\ mol^{-1} \times 1.2\ mol\ kg^{-1} = 2.21K$

آبی محلول کا نقطہ انجماد $= 273.15K - 2.2K = 270.95K$

مثال 2.10 50g بینزین میں 1.00 گرام غیر الیکٹرو لائٹ منحل گھولنے پر بینزین کے نقطہ انجماد میں 0.40K کی کمی ہو جاتی ہے۔ بینزین کا نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ $5.12\ K\ kg\ mol^{-1}$ ہے۔ منحل کی مولر کمیت معلوم کیجئے۔

حل مساوات (2.36) میں ملوث مختلف ارکان کی قدروں کو رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

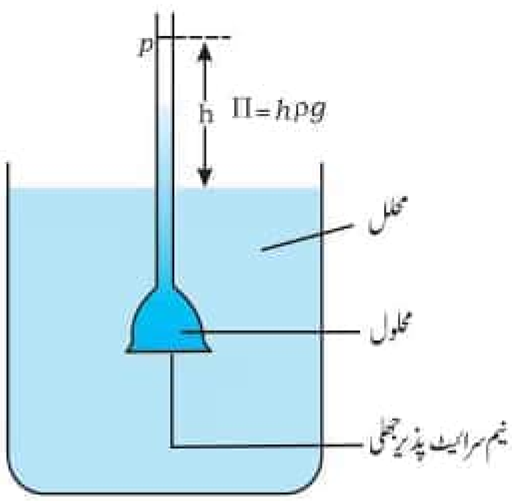
$$M_2 = \frac{5.12\ K\ kg\ mol^{-1} \times 1.00\ g \times 1000\ g\ kg^{-1}}{0.40 \times 50\ g} = 256\ g\ mol^{-1}$$

اس طرح، منحل کی مولر کمیت $= 256\ g\ mol^{-1}$

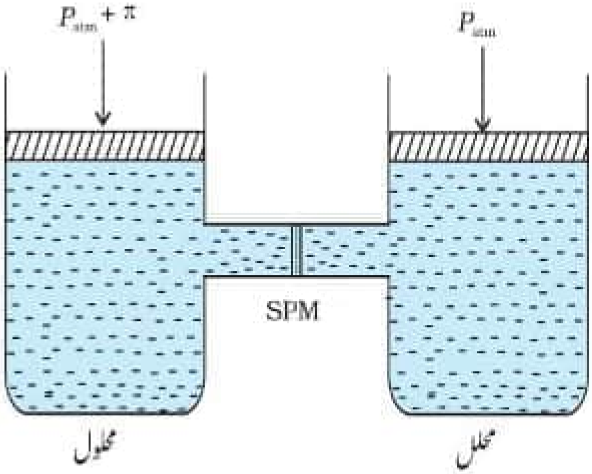
2.6.4 ولوج اور ولوجی دباؤ (Osmosis and Osmotic Pressure)

ایسے کئی مظاہر ہیں جن کا ہم نے اپنے گھر یا قدرتی ماحول میں مشاہدہ کیا ہے۔ مثال کے طور پر کچے آم جب برائن (نمکین پانی) میں رکھے جاتے ہیں تو یہ سکڑ جاتے ہیں، مرجھائے ہوئے پھول جب تازہ پانی میں رکھے جاتے ہیں تو ان میں تازگی آجاتی ہے۔ دموی خلیے (Blood Cells) جب نمکین پانی میں ڈبائے جاتے ہیں تو یہ پچک جاتے ہیں وغیرہ وغیرہ۔ اگر ہم ان عملوں پر غور کریں تو ہم دیکھیں گے کہ ان میں ایک چیز مشترک ہے اور وہ یہ کہ یہ سبھی اشیاء جھلیوں سے گھری ہوئی ہیں۔ ان جھلیوں کا ماخذ حیوانی یا نباتاتی ہو سکتا ہے اور یہ قدرتی طور پر پائی جاتی ہیں جیسے سور کا مثانہ یا پرچمنٹ (Parchment) یا تالیفی ہو سکتی ہیں جیسے سیلوفین (Cellophane) یہ جھلیاں ایک مسلسل شیٹ یا فلم کی طرح معلوم ہوتی ہیں۔ حالانکہ یہ ذیلی خوردبینی سوراخ یا مساوات کے جال پر مشتمل ہوتی ہیں۔ پانی جیسے محلل کے چھوٹے سالمات ان سوراخوں سے ہو کر گزر جاتے ہیں لیکن منحل جیسے بڑے سالمات ان سے ہو کر نہیں گزر پاتے۔ ایسی خصوصیات والی جھلیاں نیم سرائیت پذیر (Semipermeable Membranes) کہلاتی ہیں۔

یہ مانتے ہوئے کہ صرف محلل کے سالمات ہی ان نیم سرائیت پذیر جھلیوں سے ہو کر گزرتے ہیں۔ اگر اس جھلی کو محلل اور محلول کے درمیان میں رکھ دیا جائے جیسا کہ شکل 2.9 میں دکھایا گیا ہے تو محلل کے سالمات جھلی سے ہو کر خالص محلل سے محلول کی طرف بہنے لگیں گے۔ محلل کے بہاؤ کا یہ عمل ولوج (Osmosis) کہلاتا ہے توازن کی حالت کو پہنچنے تک یہ بہاؤ جاری رہتا ہے۔



شکل 2.9 : محلل کے ولوج کی وجہ سے تھِسل قیف میں محلول سطح میں اضافہ ہوتا ہے۔



شکل **2.10** : ولوجی دباؤ کے مساوی اضافی دباؤ کو محلول کی جانب لگانا چاہیے تاکہ ولوج کے عمل کو روکا جاسکے

محلل کی طرف سے نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہوتے ہوئے محلول کی طرف محلل کے بہاؤ کو روکا جاسکتا ہے اگر محلول پر کچھ اضافی دباؤ ڈال دیا جائے۔ یہ دباؤ جو کہ محلل کے بہاؤ کو صرف روک دیتا ہے محلول کا ولوجی دباؤ (Osmotic Pressure) کہلاتا ہے۔ ڈائی لیوٹ محلول سے مرتکز محلول کی طرف نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہوکر محلل کا بہاؤ آسموس کی وجہ سے ہی ہوتا ہے۔ یہ بات ذہن نشین کرلینی چاہیے کہ محلل کے سالمات ہمیشہ ہی محلول کے کم ارتکاز سے زیادہ ارتکاز کی طرف بہتے ہیں۔ ولوجی دباؤ کا انحصار محلول کے ارتکاز پر ہوتا ہے۔

محلول کا ولوجی دباؤ وہ اضافی دباؤ ہے جسے محلول پر آسموس کو روکنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے یعنی نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہوکر محلول میں جانے والے محلل کے سالمات کو روکنے کے لیے۔ اسے شکل 2.10 میں دکھایا گیا ہے۔ ولوجی دباؤ ایک مربوط خصوصیت ہے کیونکہ یہ منحل کے سالمات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے ان کی شناخت پر نہیں۔ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے، تجرباتی طور پر یہ دیکھا گیا ہے کہ کسی دیے ہوئے درجۂ حرارت T پر ولوجی دباؤ مولاریت C کے متناسب ہوتا ہے۔ لہٰذا

$$\pi = C\,R\,T \tag{2.39}$$

یہاں π ولوجی دباؤ اور R گیس مستقلہ ہے۔

$$\pi = (n_2/V)RT \tag{2.40}$$

یہاں V محلول کا حجم (لیٹر میں) ہے جس میں منحل کے n_2 سالمات ہیں۔ اگر محلول میں M_2 مولر کمیت والا w_2 گرام منحل موجود ہے۔ تب $n_2 = w_2/M_2$ اور ہم لکھ سکتے ہیں کہ

$$\pi\,V = \frac{w_2\,R\,T}{M_2} \tag{2.41}$$

$$M_2 = \frac{w_2\,R\,T}{\pi\,V} \tag{2.42}$$

اس طرح T، w_2، π اور V جیسی مقداروں کے معلوم ہونے پر ہم منحل کی مولر کمیت معلوم کرسکتے ہیں۔

ولوجی دباؤ کی پیائش، منحل کی مولر کمیت معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ فراہم کرتی ہے۔ یہ طریقہ پروٹین، پالیمر اور دیگر کلاں سالمات (Macromolecules) کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے وسیع پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے۔ ولوجی دباؤ کا طریقہ دیگر طریقوں کے مقابلے میں زیادہ موثر ہے کیونکہ دباؤ کی پیائش کمرہ کے درجۂ حرارت پر ہوتی ہے اور مولالیت (molality) کے بجائے محلول کی مولاریت کا استعمال کیا جاتا ہے۔ دیگر مربوط خصوصیات کے مقابلے میں اس کی قدرت بہت زیادہ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے بھی بہت زیادہ ہوتی ہے۔ منحل کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے ولوجی دباؤ کی تکنیک خاص طور سے حیاتیاتی سالمات کے لیے زیادہ مفید ہے کیونکہ یہ سالمات عام طور سے اونچے درجۂ حرارت پر مستحکم نہیں ہوتے اور پالیمر کی حل پذیری بہت کم ہوتی ہے۔

ایسے محلول جن کا ولوجی دباؤ کسی دیے ہوئے درجۂ حرارت پر یکساں ہوتا ہے آئسوٹونک محلول (Isotonic Sulutions) کہلاتے ہیں۔ جب اس قسم کے محلول ایک دوسرے سے نیم سرائیت پذیر جھلی کے ذریعے علیحدہ

ہوتے ہیں تو ان کے درمیان آسموسس کا عمل نہیں ہوتا۔ مثال کے طور پر دموی خلیہ کے اندر موجود سیال سے وابستہ ولوجی دباؤ 0.9% (حجم/کمیت) سوڈیم کلورائڈ محلول کے برابر ہوتا ہے جسے نارمل نمکین محلول کہتے ہیں اور اسے وریدوں میں انجیکٹ کرنا محفوظ رہتا ہے۔ اس کے برعکس اگر ہم خلیوں کو ایسے محلول میں رکھ دیں جس میں 0.9% (حجم/کمیت) سے زیادہ کا سوڈیم کلورائڈ موجود ہے تو پانی خلیوں سے باہر آنے لگے گا اور خلیے سکڑ جائیں گے۔ اس قسم کا محلول ہائپرٹونک (Hypertonic) کہلاتا ہے۔ اگر نمک کا ارتکاز 0.9% (حجم/کمیت) سے کم ہے تو محلول ہائپوٹونک (Hypotonic) کہلاتا ہے۔ اس صورت میں پانی خلیہ کے اندر پہنچنے لگے گا اگر انہیں اس محلول میں رکھ دیا جائے۔ اور یہ خلیے پھول جائیں گے۔

مثال 2.11 پروٹین کے ایک آبی محلول کے $200\ cm^3$ میں 1.26 g پروٹین ہے۔ اس محلول کا ولوجی دباؤ 300 K پر 2.57×10^{-3} bar ہے۔ پروٹین کی مولر کمیت معلوم کیجیے۔

حل معلوم مقداریں مندرجہ ذیل ہیں

$$\pi = 2.57\times10^{-3}\ \text{bar}$$

$$V = 200\ cm^3 = 0.200\ \text{litre}$$

$$T = 300\ K$$

$$R = 0.083\ \text{L bar mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

ان قدروں کو مساوات (2.42) میں رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

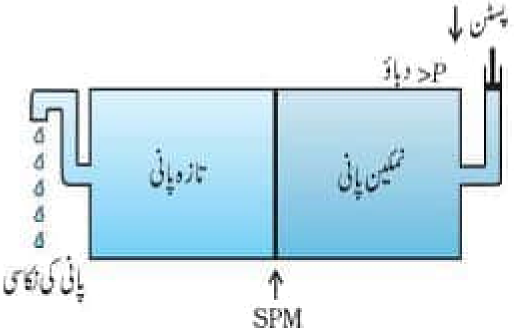
$$M_2 = \frac{1.26\text{g}\times0.083\ \text{L bar K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}\times300\ \text{k}}{2.57\times10^{-3}\text{bar}\times0.200\ \text{L}} = 61{,}022\ \text{g mol}^{-1}$$

اس سیکشن کی ابتداء میں جن مظاہر کا ذکر کیا گیا ان کی تشریح آسموسس کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔ کچے آم کو نمک کے مرتکز محلول میں رکھنے پر یہ آسموسس کی وجہ سے پانی کو ضائع کردیتا ہے اور سکڑ جاتا ہے۔ مرجھائے ہوئے پھول جب تازے پانی میں رکھے جاتے ہیں تو ان میں تازگی آجاتی ہے۔ گاجر کرہ باد میں پانی ضائع کرکے جب مرجھا جاتی ہے تو اسے دوبارہ توانا کرنے کے لیے پانی میں رکھتے ہیں۔ پانی آسموسس کے نتیجے میں گاجر کے اندر پہنچنے لگے گا۔ دموی خلیوں کو اگر 0.9% (حجم/کمیت) سے کم نمک والے پانی میں رکھا جاتا ہے تو آسموسس کی وجہ سے پانی ضائع ہونے کے نتیجے میں خلیے تباہ ہوجاتے ہیں جولوگ زیادہ نمک یا نمکین غذا کا استعمال کرتے ہیں تو آسموسس کی وجہ سے بافتوں اور خلیوں کے درمیان کی جگہوں میں پانی جمع ہوجاتا ہے۔ اس کی وجہ سے سوجن آجاتی ہے جسے اڈیما (Edema) کہتے ہیں۔ مٹی سے پودوں کی جڑوں میں پانی کی حرکت اور پھر پودے کے بالائی حصے میں پانی کی حرکت جزوی طور پر آسموسس کے نتیجے میں ہوتی ہے۔ نمک لگا کر گوشت کو محفوظ کرنا یا چینی کے محلول میں پھلوں کو محفوظ رکھنے کے طریقے میں نمک یا چینی بیکٹر یا کے عمل کو روک دیتے ہیں۔ آسموسس کے عمل کے نتیجے میں نمک لگے ہوئے گوشت یا چینی کے محلول میں رکھے ہوئے پھلوں میں بیکٹر یا کے خلیے سے پانی باہر آجاتا ہے اور یہ مرجاتا ہے۔

2.6.5 رجعتی ولوج اور پانی کی تخلیص (Reverse Osmosis and Water Purification)

آسموسس کی سمت کو تبدیل کیا جاسکتا ہے اگر محلول پر لگایا گیا دباؤ ولوجی دباؤ سے زیادہ ہے۔ اس صورت میں خالص محلل نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہوتے ہوئے محلول سے باہر آجاتا ہے۔ یہ عمل رجعتی ولوج (Reverse Osmosis) کہلاتا ہے اور اس کی عملی طور پر بڑی افادیت ہے۔ رجعتی ولوج کا استعمال سمندری پانی کے کھاری پن کو دور کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ اس عمل کا سیٹ اپ شکل 2.11 میں دکھایا گیا ہے۔ جب ولوجی دباؤ سے زیادہ کا دباؤ لگایا جاتا ہے تو خالص پانی نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہوکر سمندر کے پانی سے باہر آجاتا ہے۔ اس مقصد کے لیے مختلف قسم کی پالیمر جھلیاں دستیاب ہیں۔

رجعتی ولوج کے لیے بہت زیادہ دباؤ کی ضرورت ہوتی ہے۔ ایک کارگر مساماتی جھلی سیلولوز ایسیٹیٹ کی بنی ہوتی ہے جسے ایک مناسب سہارے کی مدد سے رکھا جاتا ہے۔ سیلولوز ایسیٹیٹ سے پانی سرائیت کرجاتا ہے لیکن سمندر کے پانی میں موجود ملاوٹیں اور آین اس سے ہوکر نہیں گزر پاتے۔ آج کل کئی ممالک پینے کے پانی کی اپنی ضروریات کو پورا کرنے کے لیے سمندر کے پانی کے کھاری پن کو دور کرنے والے پلانٹ کا استعمال کرتے ہیں۔



شکل **2.11**: رجعتی ولوج اس وقت ہوتا ہے جب محلول پر لگنے والا دباؤ ولوجی دباؤ سے زیادہ ہوتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

2.9 298K پر خالص پانی کا بخاراتی دباؤ 23.8 mm Hg ہے۔ 850g پانی میں 50g یوریا (NH_2CONH_2) ملایا گیا ہے۔ اس محلول کے لیے پانی کا بخاراتی دباؤ اور اس کی نسبتی تخفیف معلوم کیجیے۔

2.10 750mm Hg پر پانی کا نقطۂ جوش 99.63°C ہے۔ 500 g پانی میں کتنا سکروز ملایا جائے تاکہ یہ 100°C پر ابلنے لگے۔

2.11 75 g ایسیٹک ایسڈ میں کتنا ایسکاربک ایسڈ (وٹامن C، $C_6H_8O_6$) گھولا جائے تاکہ اس کا نقطۂ گداخت 1.5°C کم ہوجائے۔ K_f=3.9K k_f mol^{-1}-

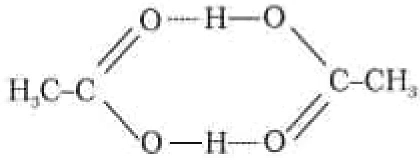
2.12 اس محلول کا ولوجی دباؤ پاسکل میں معلوم کیجیے جسے 37°C پر 450 ml پانی میں 185.000 مولر کمیت کے 1.0g پالیمر کو گھول کر بنایا گیا ہے۔

2.7 بے قاعدہ مولر کمیت (Abnormal molar mass)

ہم جانتے ہیں کہ جب آینی مرکبات کو پانی میں گھولا جاتا ہے تو یہ کیٹ آین (مثبیرہ) (Cations) اور این آین (منفیرہ) (Anion) میں تحلیل ہوجاتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر ہم ایک مول KCl (74.5g) کو پانی میں گھولتے ہیں تو ہم یہ امید کرتے ہیں کہ محلول میں K^+ اور Cl^- کا ایک ایک مول خارج ہوگا۔ اگر ایسا ہوتا ہے تو محلول میں ذرات کے دو مول ہوں گے۔ اگر ہم آینوں کے درمیان کی قوت کشش کو نظر انداز کردیں تو غالباً ایک کلوگرام پانی میں ایک

مول KCl نقطہ جوش میں 20.52K یعنی 1.04K کا اضافہ کردے گا۔ اب اگر ہمیں تحلیل کی ڈگری کا علم نہیں ہے تو ہم یہ نتیجہ اخذ کریں گے کہ 2 مول ذرات کی کمیت 74.5g اور ایک مول Kcl کی کمیت 37.25g ہوگی۔ اس سے اس قاعدے کی طرف رہنمائی ہوتی ہے کہ جب منحل آینوں میں تحلیل ہوتا ہے تو تجربہ طور پر متعین کی گئی مولر کمیت کی قدر ہمیشہ حقیقی قدر سے کم ہوتی ہے۔

ایتھنائک ایسڈ ایسٹک ایڑ کے سالمات ہائڈروجن بندش کی وجہ سے بینزین میں ڈائی میرائز (Dimerise) ہوجاتے ہیں۔ یہ ان محللوں میں عام طور سے ہوتا ہے جن کا ڈائی الیکٹرک مستقلہ (Dielectirc Constant) کم ہوتا ہے۔ اس صورت میں ذرات کی تعداد ڈائی میرائزیشن کی وجہ سے کم ہوجاتی ہے۔ سالمات کا اتحاد ذیل میں بیان کیا گیا ہے۔



یہاں بلا شک وشبہ یہ بیان کیا جاسکتا ہے کہ اگر ایتھنائک ایسڈ کے سبھی سالمات بینزین کے ساتھ متحد ہوتے ہیں تو ایتھنائک ایسڈ کے لیے ΔT_b یا ΔT_f کی قدر عام قدر سے آدھی ہوگی۔ اس ΔT_b یا ΔT_f کی بنیاد پر تحسیب کی گئی مولر کمیت توقع سے دوگنی ہوگی۔ اس قسم کی مولر کمیت جو کہ عام قدر سے یا تو کم ہے یا پھر زیادہ، بے قاعدہ مولر کمیت (Abnormal Molar Mass) کہلاتی ہے۔

1880 میں وانٹ ہاف (Van't Hoff) نے ایک فیکٹر i کو متعارف کرایا جسے وانٹ ہاف فیکٹر کے نام سے جانا جاتا ہے۔ اس فیکٹر کی تعریف یوں بیان کی جاسکتی ہے کہ:

$$i = \frac{\text{نارمل مولر کمیت}}{\text{بے قاعدہ مولر کمیت}}$$

$$= \frac{\text{مشاہدہ کی گئی مربوط خصوصیت}}{\text{تحسیب شدہ مربوط خصوصیت}}$$

$$i = \frac{\text{اتحاد/تحلیل کے بعد ذرات کے مولوں کی کل تعداد}}{\text{اتحاد/تحلیل سے پہلے ذرات کے مولوں کی تعداد}}$$

یہاں Abnormal مولر کمیت تجرباتی طور پر متعین کی گئی مولر کمیت ہے اور تحسیب شدہ مربوط خصوصیات کا تعین یہ مان کر کیا جاتا ہے کہ غیر طیران پذیر منحل نہ تو اتحاد کرتا ہے اور نہ ہی تحلیل ہوتا ہے۔ اتحاد کے معاملے میں i کی قدر اکائی سے کم ہوتی ہے جب کہ تحلیل کے معاملے میں یہ اکائی سے زیادہ ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر KCl کے آبی محلول کے لیے i کی قدر 2 کے آس پاس ہوتی ہے جب کہ بینزین میں ایتھنائک ایسڈ کے لیے یہ تقریباً 0.5 ہوتی ہے۔

وانٹ ہاف فیکٹر کی شمولیت سے مربوط خصوصیات کے لیے ترمیم شدہ مساواتیں مندرجہ ذیل ہیں۔

محلل کے بخاراتی دباؤ میں نسبتی تخفیف

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = i.\frac{n_2}{n_1}$$

نقطہ جوش میں اضافہ $\Delta T_b = i K_b m$

نقطۂ انجماد میں تخفیف $\Delta T_f = i K_f m$

محلول کا ولوجی دباؤ $\pi = i n_2 RT / V$

جدول 2.4 میں کئی طاقتور الیکٹرولائٹ کے لیے فیکٹر i کی قدریں دی ہوئی ہیں۔ Nacl, KCl اور $MgSO_4$ کے لیے i کی قدر 2 تک پہنچتی ہے کیونکہ محلول زیادہ ڈائی لیوٹ ہے۔ جیسا کہ امید کی جاتی ہے کہ K_2SO_4 کے لیے i کی قدر 3 کے آس پاس ہے۔

جدول 2.4: NaCl، KCl، $MgSO_4$ اور K_2SO_4 کے لیے مختلف ارتکاز پر وانٹ ہاف فیکٹر i کی قدریں

نمک	i کی قدریں*			منحل کی مکمل تحلیل کے لیے وانٹ ہاف فیکٹر i
	0.1 m	0.01 m	0.001 m	
NaCl	1.87	1.94	1.97	2.00
KCl	1.85	1.94	1.98	2.00
$MgSO_4$	1.21	1.53	1.82	2.00
K_2SO_4	2.32	2.70	2.84	3.00

* نامکمل تحلیل کے لیے i کی قدروں کو ظاہر کرتا ہے۔

مثال 2.12 25g بینزین میں گھلا ہوا 2g بیزونک ایسڈ (C_6H_5COOH) نقطۂ انجماد میں تخفیف کو ظاہر کرتا ہے جو کہ 1.62K کے مساوی ہے۔ بینزین کے لیے molal تخفیفی مستقلہ $4.9 K kg mol^{-1}$ ہے۔ ایسڈ کی تحلیل کی فیصد معلوم کیجیے اگر یہ محلول میں Dimer کی تشکیل کرتا ہے۔

حل دی ہوئی مقداریں ہیں: $w_2 = 2$ g; $K_f = 4.9$ K kg mol^{-1}; $w_1 = 25$ g، $\Delta T_f = 1.62$ K

مساوات (2.36) میں ان قدروں کو رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

$$M_2 \frac{4.9 \text{ K kg mol}^{-1} \times 2 \text{ g} \times 1000 \text{ g kg}^{-1}}{25 \text{ g} \times 1.62 \text{ K}} = 241.98 \text{ g mol}^{-1}$$

اس طرح بینزین میں بینزوئک ایسڈ کی تجرباتی مولر کمیت

$=241.98 gmol^{-1}$

اب ایسڈ کے لیے مندرجہ ذیل توازن پر غور کیجیے

$$2C_6H_5COOH \rightleftharpoons (C_6H_5COOH)_2$$

اگر x منحل کی تحلیل کے درجۂ کو ظاہر کرتا ہے تو ہمارے پاس بغیر تحلیل ہوئے بینزوئک ایسڈ کے $(1-x)$ مول ہوں گے اور توازن کی حالت میں بینزوئک ایسڈ کے اتحادی مول $\frac{x}{2}$ ہوں گے۔

لہٰذا توازن کی حالت میں ذرات کے مولوں کی کل تعداد ہے

$$1 - x + \frac{x}{2} = 1 - \frac{x}{2}$$

اس طرح توازن کی حالت میں ذرات کے مولوں کی کل تعداد وانٹ ہاف فیکٹر i کے مساوی ہوتا ہے۔ لیکن

$$i = \frac{\text{Normal molar mass}}{\text{Abnormal molar mass}}$$

$$= \frac{122\text{gmol}^{-1}}{241.98\text{gmol}^{-1}}$$

یا $\frac{x}{2} = 1 - \frac{122}{241.98} = 1 - 0.504 = 0.496$

یا $x = 2 \times 0.496 = 0.992$

اس طرح بینزین میں بینزوئک ایسڈ کے اتحاد کا درجہ 99.2% ہے۔

مثال 2.13 0.6ml ایسٹیک ایسڈ (CH_3COOH) کی کثافت 1.06gml^{-1} ہے۔ اسے 1 لیٹر پانی میں گھولا گیا ہے۔ اس کثافت پر نقطہ انجماد میں تخفیف 0.0205°C نوٹ کی گئی۔ وانٹ ہاف فیکٹر اور ایسڈ کا تحلیلی مستقلہ معلوم کیجیے۔

حل ایسیٹک ایسڈ کے مولوں کی تعداد $= \frac{0.6\text{ml} \times 1.06\text{gml}^{-1}}{60\text{gmol}^{-1}}$

$= 0.106 \text{ mol} = n$

$$\text{Molality} = \frac{0.0106\text{mol}}{1000\text{ml} \times 1\text{g mL}^{-1}} = 0.0106\text{molkg}^{-1}$$

مساوات (2.35) کا استعمال کرکے

$$\Delta T_f = 1.86\text{K Kg mol}^{-1} \times 0.01\text{mol kg}^{-1} = 0.0197 \text{ K}$$

$$\text{وانٹ ہاف فیکٹر (i)} = \frac{\text{مشاہدہ کیا گیا نقطہ انجماد}}{\text{تحسیب شدہ نقطہ انجماد}} = \frac{0.0205\text{K}}{0.0197\text{K}} = 1.041$$

ایسٹیک ایسڈ ایک کمزور الیکٹرولائٹ ہے اور یہ دو آینوں میں تحلیل ہو جائے گا: ایسٹیٹ اور ہائڈروجن آین ایسٹیک ایسڈ کافی سالمہ اگر ایسٹیک ایسڈ کی تحلیل کا درجہ x ہے تب ہمارے پاس ایسٹیک ایسڈ کے غیر اتحادی مولوں کی تعداد $n(1-x)$، CH_3COO^- کے nx مول اور H^+ آینوں کے مولوں کی تعداد nx ہوگی۔

$$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$$

n mol	0	0
$n(1-x)$	nx mol	nx mol

اس طرح ذرات کے مولوں کی کل تعداد $n(1 - x + x + x) = n(1 + x)$

$$i = \frac{n(1+x)}{n} = 1 + x = 1.041$$

اس طرح ایسیٹک ایسڈ کی تحلیل کا درجہ $x = 1.041 - 1.000 = 0.041$

تب $[CH_3COOH] = n(1 - x) = 0.0106\,(1 - 0.041)$

$[CH_3COO^-] = nx = 0.0106 \times 0.041 \quad [H^+] = nx = 0.0106 \times 0.041$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{0.0106 \times 0.041 \times 0.0106 \times 0.041}{0.0106\,(1.00 - 0.041)}$$

$$= 1.86 \times 10^{-5}$$

خلاصہ

محلول دو یا دو سے زیادہ اشیاء کا متجانس آمیزہ ہے۔ محلولوں کی درجہ بندی ٹھوس، رقیق اور گیس محلول کے تحت کی جاتی ہے۔ محلول کے ارتکاز کو مول کسر (Mole Fraciton)، مولاریت (Molarity)، Molality اور فیصدی میں ظاہر کیا جاتا ہے رقیق میں گیس کی تحلیل ہینزی کے کلیہ (Henry's Law) کے مطابق ہوتی ہے۔ اس کلیہ کے مطابق کسی دیے ہوئے درجہ حرارت پر رقیق میں گیس کی حل پذیری گیس کے جزوی دباؤ (Partical Pressure) کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔ محلول میں غیر طیران پذیر (Non-Volatile) منحل کی موجودگی کی وجہ سے محلل (Solvent) کا بخاراتی دباؤ (Vapour Pressure) کم ہوجاتا ہے اور بخاراتی دباؤ میں یہ تخفیف راؤلٹ کے کلیہ کے مطابق ہوتی ہے۔ اس کلیہ کا بیان ہے کہ محلول کے اوپر محلل کے بخاراتی دباؤ میں نسبتی تخفیف محلول میں موجود غیر طیران پذیر منحل کی مول کسر کے مساوی ہوتی ہے۔ تاہم بائنری رقیق محلول میں، اگر محلول کے دونوں اجزا طیران پذیر ہیں تو راؤلٹ کے کلیہ کی دوسری شکل کا استعمال کیا جاتا ہے۔ ریاضیاتی طور پر راؤلٹ کے کلیہ کی اس شکل کو اس طرح بیان کیا جاتا ہے کہ $p_{total} = p_1^0 x_1 + p_2^0 x_2$ وہ محلول جو ارتکاز کی مکمل رینج میں راؤلٹ کے کلیہ کا اتباع کرتے ہیں مثالی محلول (Ideal Solution) کہلاتے ہیں۔ راؤلٹ کے کلیہ سے دو طرح کے انحراف کا مشاہدہ کیا گیا ہے جنھیں مثبت اور منفی انحراف کہتے ہیں۔ راؤلٹ کے کلیہ سے بہت زیادہ انحراف کے نتیجے میں ایزیو ٹراپس (azeotropes) حاصل ہوتے ہیں۔

محلولوں کی وہ خصوصیات جو کہ منحل کے ذرات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہیں اور ان کی کیمیائی شناخت سے مبرا ہوتی ہیں مربوط خصوصیات (Colligative Properties) کہلاتی ہیں۔ یہ خصوصیات ہیں: بخاراتی دباؤ میں تخفیف، نقطہ جوش میں اضافہ، نقطہ انجماد اور ولوجی دباؤ (Osmotic Pressure) میں تخفیف۔ آسموسس کے عمل کو رجعتی بنایا جاسکتا ہے اگر محلول پر اس کے ولوجی دباؤ سے زیادہ کا دباؤ لگا دیا جائے۔ مربوط خصوصیات کا استعمال منحلوں کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ وہ منحل جو کہ محلول میں تحلیل ہوجاتے ہیں ان کی مولر کمیت حقیقی مولر کمیت سے کم ہوتی ہے اور وہ منحل جو محلول میں متحد ہوتے ہیں وہ حقیقی مولر کمیت سے زیادہ مولر کمیت کا اظہار کرتے ہیں۔

مقداری اعتبار سے، جس حد تک منحل متحد یا تحلیل ہوتا ہے اسے وانٹ ہاف فیکٹر i سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کی تعریف نارمل مولر کمیت کی تجرباتی طور پر متعین کی گئی مولر کمیت سے نسبت یا مشاہدہ کی گئی مربوط خصوصیت کی تحسیب شدہ مربوط خصوصیت سے نسبت کے طور پر بیان کی جاتی ہے۔

مشقیں

2.1 اصطلاح محلول کی تعریف بیان کیجیے۔ محلول کی کتنی قسمیں ہیں۔ ہر ایک قسم کے بارے میں مختصراً بیان کیجیے۔ مثال بھی دیجیے۔

2.2 فرض کیجیے کہ ایک ٹھوس محلول کو دو اشیا سے بنایا گیا ہے جس میں سے ایک شے کے ذرات بہت بڑے ہیں اور دوسرے شے کے ذرات بہت چھوٹے ہیں۔ یہ کس قسم کا محلول ہوسکتا ہے؟

2.3 مندرجہ ذیل اصطلاحات کی تعریف بیان کیجیے۔

(i) مول کسر (ii) مولالیت (iii) مولاریت (iv) کمیت فیصدی

2.4 تجربہ گاہ میں استعمال کے لیے مرتکز نائٹرک ایسڈ آبی محلول میں کمیت کے اعتبار سے 68% نائٹرک ایسڈ ہے۔ ایسڈ کے اس قسم کے نمونے کی مولاریت کیا ہوگی اگر محلول کی کثافت $1.504\ g\ mL^{-1}$ ہے۔

2.5 پانی میں گلوکوز کا محلول 10%w/w ہے۔ محلول میں ہر ایک جزو کی Molality اور مول کسر معلوم کیجیے۔ اگر محلول کی کثافت $1.2gmL^{-1}$ ہے تو محلول کی مولاریت معلوم کیجیے۔

2.6 Na_2CO_3 اور $NaHCO_3$ کے 1 گرام آمیزہ سے مکمل طور پر تعامل کرنے کے لیے 0.1 M HCl کے کتنے mL درکار ہوں گے۔ آمیزہ کے دونوں اجزاء کی مولاریت مساوی ہے۔

2.7 ایک محلول کمیت کے اعتبار سے 25% محلول کے 300g اور 40% محلول کے 400 گرام کی آمیزش کر کے بنایا گیا ہے۔ بننے والے محلول کی کمیت فیصدی معلوم کیجیے۔

2.8 ایک مانع منجمد محلول 222.6 گرام ایتھائلین گلائکول $(C_2H_6O_2)$ اور 200 گرام پانی سے بنایا گیا ہے۔ محلول کی Molality معلوم کیجیے۔ اگر محلول کی کثافت $1.072gmL^{-1}$ ہے تو محلول کی مولاریت معلوم کیجیے۔

2.9 پانی کے ایک سیمپل میں یہ دیکھا گیا ہے کہ اس میں کلوروفارم (CH_3Cl_3) کی ملاوٹ ہے جو کہ سرطان کا باعث (Carcinogen) ہے۔ ملاوٹ کی سطح 15ppm (کمیت کے اعتبار سے) ہے۔

(i) اسے کمیت کے اعتبار سے فیصدی میں ظاہر کیجیے۔

(ii) پانی کے سیمپل میں کلوروفارم کی Molality معلوم کیجیے۔

2.10 پانی اور الکحل کے محلول میں سالماتی باہمی عمل (Moleculer Inter action) کا کیا رول ہے؟

2.11 جب درجۂ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے تو گیسوں کے رقیق میں گھلنے کا رجحان ہمیشہ کم کیوں ہو جاتا ہے؟

2.12 ہنیری کا کلیہ بیان کیجیے اور اس کے کچھ اہم استعمال بھی لکھیے۔

2.13 $6.56\times10^{-3}g$ ایتھین پر مشتمل محلول پر ایتھین کا جزوی دباؤ Ibar ہے۔ اگر محلول میں 5.00×10^{-2} ایتھین ہے تو گیس کا جزوی دباؤ کیا ہوگا؟

2.14 راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف اور منفی انحراف سے کیا مراد ہے اور علامت $\Delta_{mix}H$ راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت اور منفی انحراف سے کس طرح متعلق ہے؟

2.15 2% غیر طیران پذیر منحل کا آبی محلول محلل کے نارمل نقطہ جوش پر 1.004 bar دباؤ ڈالتا ہے۔ منحل کی مولر کمیت معلوم کیجیے۔

2.16 Heptane اور Octane ایک مثالی محلول کی تشکیل کرتے ہیں 373K پر دونوں رقیق اجزا کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 105.2 kpa اور 46.8kpa ہے۔ 26.0g ہیپٹین اور 35g آکٹین کے آمیزہ کا بخاراتی دباؤ کیا ہوگا؟

2.17 300k پر پانی کا بخاراتی دباؤ 12.3 kpa ہے۔ غیر طیران پذیر منحل والے 1 مولل محلول کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجیے ۔

2.18 اس غیر طیران پذیر منحل (مولر کمیت $40\ gmol^{-1}$) کی کمیت معلوم کیجیے جسے 114 g آکٹین میں گھولنے پر اس کا بخاراتی دباؤ 80% تک کم ہو جائے۔

2.19 ایک محلول قطعی طور پر 90g پانی میں 30g غیر طیران پذیر منحل پر مشتمل ہے اس کا بخاراتی دباؤ 298K پر 2.8kpa ہے۔ مزید یہ کہ اس میں 18g پانی ملانے پر اس کا بخاراتی دباؤ 298k پر 2.9kpa ہو جاتا ہے۔ معلوم کیجیے

(i) منحل کی مولر کمیت (ii) 298k پر پانی کا بخاراتی دباؤ

2.20 پانی میں چینی 5% محلول (کمیت کے اعتبار سے) کا نقطہ انجماد 271K ہے۔ پانی 5% گلوکوز کا نقطہ انجماد معلوم کیجیے اگر خالص پانی کا نقطہ انجماد 273.15k ہے۔

2.21 دو عناصر A اور B مرکبات تشکیل دیتے ہیں جن کے فارمولے AB_2 اور AB_4 ہیں۔ جب 20g بینزین (C_6H_6) میں گھولا جاتا ہے تو 1g AB_2 کا نقطہ انجماد 2.3K کم کر دیتا ہے۔ جبکہ 1.0g AB_4 کا نقطہ انجماد کو 1.3K کم کر دیتا ہے۔ بینزین کے لیے مولر تخفیفی مستقلہ $5.1k\ Kg\ mol^{-1}$ ہے۔ A اور B کی ایٹمی کمیتیں معلوم کیجیے۔

2.22 300K پر، 1 لیٹر محلول میں 36g گلوکوز موجود ہے۔ محلول کا ولوجی دباؤ اس درجہ حرارت پر 1.52bar ہے۔ اس کا ارتکاز کیا ہوگا؟

2.23 مندرجہ ذیل جوڑوں میں اہم ترین بین سالماتی کشش باہمی عمل تجویز کیجیے

(i) n ہیکسین اور n- آکٹین

(ii) I_2 اور CCl_4

(iii) $NaClO_4$ اور پانی

(iv) میتھنال اور ایسیٹون

(v) ایسیٹو نائٹرائل (CH_3CN) اور ایسیٹون (C_3H_6O)

2.24 محلّل محلل باہمی عمل کی بنیاد پر مندرجہ ذیل کو n آکٹین میں حل پذیری کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے اور تشریح کیجیے۔ سائکلوہیکسین CH_3CN, CH_3OH, KCl

2.25 مندرجہ ذیل میں سے ان مرکبات کی شناخت کیجیے جو پانی میں غیر حل پذیر ہیں، جزوی طور پر حل پذیر ہیں اور بہت زیادہ حل پذیر ہیں۔

(i) فینال (ii) ٹولوئین (iii) فارمک ایسڈ

(iv) ایتھائلین گلائکول (v) کلوروفارم (vi) پینٹانول (Pentanol)

2.26 ایک جھیل کے پانی کی کثافت $1.25gmL^{-1}$ ہے اور اس میں فی کلوگرام پانی 92 گرام Na^+ آئنوں پر مشتمل ہے۔ جھیل میں Na^+ آئنوں کی molality معلوم کیجیے۔

2.27 اگر CuS کا حل پذیر خاص ضرب (Solublity Product) 6×10^{-16} ہے تو آبی محلول میں CuS کی زیادہ سے زیادہ مولاریت معلوم کیجیے۔

2.28 ایسیٹو نائٹرائل (CH_3CN) میں ایسپرن ($C_9H_8O_4$) کی کمیت فیصدی معلوم کیجئے۔ جب 450 گرام CH_3CN میں 6.5 گرام $C_9H_8O_4$ گھولا گیا ہے۔

2.29 نیلورفین ($C_{19}H_{21}NO_3$) جو کہ مارفین کی طرح ہی ہے اس کا استعمال منشیات کا استعمال کرنے والے افراد میں منشیات کا استعمال نہ کرنے کی صورت میں پیدا ہونے والی علامات سے لڑنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ عام طور سے نیلورفین کی 1.5mg خوراک ہی دی جاتی ہے۔ مذکورہ بالا خوراک کے لیے درکار $1.5 \times 10^{-3}m$ آبی محلول کی کمیت معلوم کیجیے۔

2.30 میتھنال میں 0.15M کا 250ML محلول بنانے کے لیے درکار بینزوئک ایسڈ (C_6H_5COOH) کی مقدار معلوم کیجیے۔

2.31 پانی کے نقطہ انجماد میں تخفیف کا مشاہدہ اسی مقدار کے ایسیٹک ایسڈ، ٹرائی کلوروایسٹک ایسڈ کے لیے کیا گیا جس کی بڑھتی ہوئی ترتیب وہی ہے جیسا کہ اوپر دیا گیا ہے۔ وضاحت کیجیے۔

2.32 پانی کے نقطہ انجماد میں تخفیف معلوم کیجیے جب $CH_3CH_2CHClCOOH$ کے 10 گرام کو 250 گرام پانی میں ملایا جاتا ہے۔ Kf $= 1.86 \text{ K kg mol}^{-1}$، $Ka = 1.4 \times 10^{-3}$

2.33 19.5 گرام CH_2FCOOH کو 500 گرام پانی میں گھولا گیا ہے۔ پانی کے نقطہ انجماد میں تخفیف $1.0°C$ نوٹ کی گئی۔ فلوروایسٹیک ایسڈ کے لیے وانٹ ہاف فیکٹر اور تحلیلی مستقلہ معلوم کیجیے۔

2.34 293K پر پانی کا بخاراتی دباؤ 17.535 mm Hg ہے۔ جب 450g پانی میں 25g گلوکوز گھولا جاتا ہے تو 293K پر پانی کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجیے۔

2.35 298K پر بینزین میں میتھین کی molality کے لیے ہینری کے کلیہ کا مستقلہ 4.27×10^5mmHg ہے۔ 760 mmHg کے تحت 298K پر بینزین میں میتھین کی حل پذیری کا حساب لگائیے۔

2.36 100 گرام رقیق A (مولر کمیت 140 g mol^{-1}) کو 1000 گرام رقیق B (مولر کمیت 80 g mol^{-1}) میں گھولا گیا ہے۔ خالص رقیق B کا بخاراتی دباؤ 500 Torr ہے۔ خالص رقیق A کا بخاراتی دباؤ اور محلول میں اس کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجیے اگر محلول کا کل بخاراتی دباؤ 475 Torr ہے۔

328K پر خالص ایسیٹون اور کلوروفارم کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 632.8 mm Hg اور 74.8 mm Hg ہیں۔ فرض کیجیے کہ یہ

ترکیب کی مکمل رینج میں مثالی محلول بناتے ہیں ایسی ٹون کے تفاعل کے طور پر pchlorofrom, ploto اور pacetone کا گراف بنائیے۔ مختلف ترکیبوں کے لیے مشاہدہ کیے گیے تجرباتی اعداد و شمار درج ذیل ہیں۔

72.1	64.5	58.2	50.8	36.0	23.4	11.8	0	100 x xacetone
521.1	454.1	405.9	322.7	202.4	110.1	54.9	0	pacetone /mm Hg
120.7	161.2	193.6	257.7	359.7	469.4	548.1	632.8	pchloroform /mm Hg

اس اعداد و شمار کو بھی اسی گراف پیپر پر پلاٹ کیجیے۔ ظاہر کیجیے کہ یہ مثالی محلول سے مثبت انحراف ہے یا منفی انحراف۔

2.38 بینزین اور ٹولوئین ترکیب کی مکمل رینج میں ایک مثالی محلول بناتی ہیں۔ 300 K پر خالص بینزین اور ٹولوئین کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 50.71 mm Hg اور 32.06 mm Hg ہیں۔ بخاراتی فیز میں بینزین کی مول کسر معلوم کیجیے اگر 80g بینزین کو 100g ٹولوئین میں ملایا جاتا ہے۔

2.39 ہوا متعدد گیسوں کا آمیزہ ہے۔ ہوا کے اہم اجزا آکسیجن اور نائٹروجن ہیں جو حجم کے اعتبار سے تقریباً 20% سے 79% تک ہیں۔ 298 K پر 10atm دباؤ پر پانی ہوا کے ساتھ توازنی حالت میں ہے۔ 298 K پر اگر آکسیجن اور نائٹروجن کے لیے ہینری کے کلیہ کے مستقلے بالترتیب 3.30×10^7 mm اور 6.5×10^7 mm ہوں تو پانی میں ان گیسوں کی ترکیب کا حساب لگائیے۔

2.40 2.5 لیٹر پانی میں حل شدہ $CaCl_2$ $(i = 2.47)$ کی مقدار کا تعین کیجیے جو 27°C پر ولوجی دباؤ 0.75 atm ہے۔

2.41 25°C پر 2 لیٹر پانی میں 25 ملی گرام K_2SO_4 کو گھول کر محلول بنایا گیا ہے۔ اس محلول کا ولوجی دباؤ معلوم کیجیے۔ فرض کیجیے کہ یہ مکمل طور پر تحلیل ہو جاتا ہے۔

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات

2.1 C6H6 = 15.28%, CCl4 = 84.72%

2.2 0.459, 0.541

2.3 0.024 M, 0.03 M

2.4 36.946 g

2.5 0.0263 1.5 mol kg–1 , 1.45 mol L–1

2.9 23.4 mm Hg

2.10 121.67 g

2.11 5.077 g

2.12 30.96 Pa

یونٹ

3

برق کیمیا (Electro Chemistry)

5262CH03

کیمیائی تعاملات کا استعمال برقی توانائی پیدا کرنے میں کیا جاسکتا ھے۔ اس کے برعکس برقی توانائی کا استعمال ان کیمیائی تعاملات کی انجام دھی کے لیے کیا جاسکتا ھے جو خود بخود نھیں ھوپاتے ھیں۔

برق کیمیا (Electrochemistry) ازخود کیمیائی تعاملات میں خارج ہونے والی توانائی سے بجلی پیدا کرنے اور برقی توانائی کے غیر ازخود کیمیائی تبدیلیوں میں استعمال کا مطالعہ ہے۔ یہ موضوع عملی اور اصولی اعتبار سے اہم ہے۔ بہت ساری دھاتیں سوڈیم ہائڈروکسائڈ، کلورین، فلورین اور دیگر بہت سی کیمیائی اشیا برق کیمیائی میں برق کیمیائی طریقوں سے تیار کیے جاتے ہیں۔ بیٹریاں اور ایندھن سیل کیمیائی توانائی کو برقی توانائی میں تبدیل کردیتے ہیں اور متعدد آلات میں بڑے پیمانے پر استعمال میں لائے جاتے ہیں برق کیمیائی تعاملات توانائی بخش ہوتے ہیں اور ان سے بہت معمولی آلودگی پیدا ہوتی ہے۔ لہٰذا برق کیمیا کا مطالعہ نئی تکنیکوں کی تخلیق کے لیے اہم ہے جو کہ ماحول دوست ہوں۔ خلیہ سے ہوکر دماغ تک حساس سگنلوں کی ترسیل اور اس کے برخلاف بھی نیز خلیوں کے مابین ترسیل کا مبدا برق کیمیا ہے۔ اس لحاظ سے برق کیمیا ایک بہت وسیع اور بین الکلیات (Interdisciplinary) مضمون ہے۔ اس اکائی میں ہم اس کے کچھ اہم ابتدائی پہلوؤں پر غور کریں گے۔

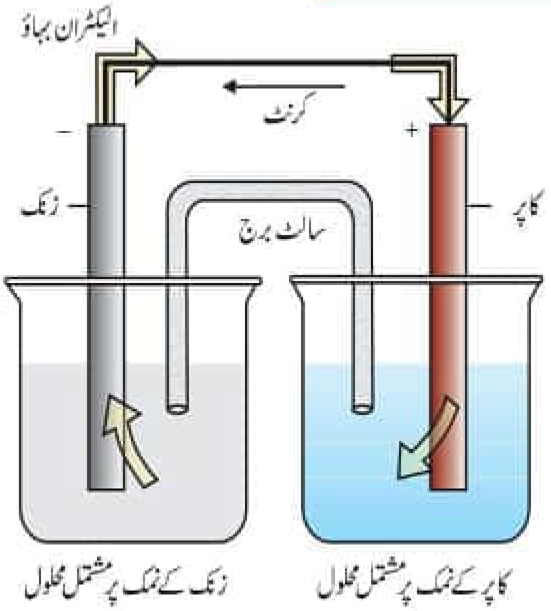
مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہوجائیں گے کہ

- برق کیمیائی سیل کو بیان کرسکیں گے اور گیلوینک سیل و الیکٹرولائٹک سیل کے درمیان فرق کرسکیں۔
- گیلوینک سیل کے EMF کی تحسیب کے لیے نیرنسٹ مساوات (Nernst Equation) کا استعمال کرسکیں گے اور سیل کے معیاری مضمر (Standard Potential) کی تعریف کرسکیں۔
- آئنی (الیکٹرولائٹک) اور الیکٹرانک ایصالیت کے درمیان تفریق کرسکیں۔
- آئنی محلولوں کی مزاحمیت (ρ)، ایصالیت (κ) اور مولر ایصالیت (Λm) کی تعریف بیان کرسکیں۔
- سیل کے معیاری مضمر، سیل تعامل کی گبز توانائی اور اس کے توازن کے مابین تعلق قائم کرسکیں۔
- الیکٹرولائٹک محلولوں کی ایصالیت کی پیمائش کے طریقوں کا بیان کرسکیں گے اور ان کی مولر ایصالیت کی تحسیب کرسکیں۔
- محلولوں کی ایصالیت اور مولر ایصالیت میں ارتکاز کے ساتھ ہونے والی تبدیلی کا جواز پیش کرسکیں گے اور Λ_0 (صفر ارتکاز یالامتناہی ڈائی لیوشن پر) کی تعریف بیان کرسکیں۔
- کولراؤش کلیہ (Kohlraueh Law) کا نظریہ پیش کرسکیں گے اور اس کے استعمال سیکھ سکیں۔
- برق پاشیدگی (Electrolysis) کے مقداری پہلو کو سمجھ سکیں۔
- کچھ پرائمری اور سیکنڈری بیٹریوں اور ایندھن سیلوں کی تشکیل کا بیان کرسکیں۔
- برق کیمیائی عمل کے طور پر تاکل (Corrosien) کی تشریح کرسکیں۔

3.1 برق کیمیائی سیل (Electrochemical Cells)

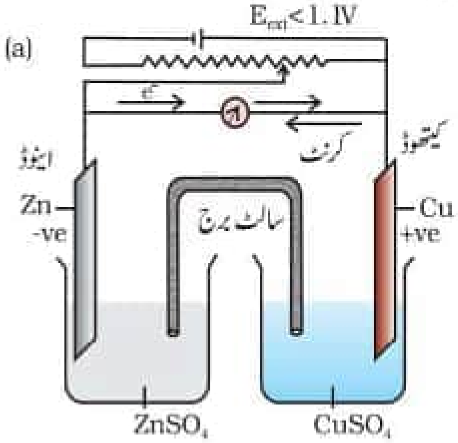
گیارہویں جماعت کی اکائی 8 میں ہم ڈینیل سیل (Daniell Cell) کی بناوٹ اور اس کے کام کرنے کے طریقے کے بارے میں مطالعہ کر چکے ہیں (شکل 3.1)۔ یہ سیل ریڈاکس تعامل کے دوران خارج ہونے والی کیمیائی توانائی کو برقی توانائی میں تبدیل کرتا ہے۔ جب Zn^{2+} اور Cu^{2+} آینوں کا ارتکاز ایک اکائی ($1\ mol\ dm^{-3}$)* ہوتا ہے تو اس کا برقی مضمر 1.1 V ہوتا ہے۔ اس قسم کا آلہ گیلوینک یا وولٹائیک سیل کہلاتا ہے۔

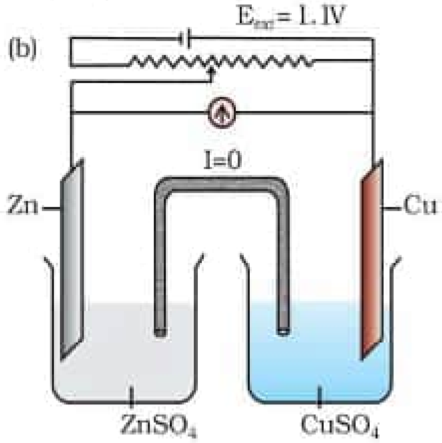


شکل 3.1: ڈینیل سیل جس کے الیکٹروڈ زنک اور کاپر کے بنے ہیں الیکٹروڈوں کو متعلقہ نمکوں میں ڈبایا گیا ہے۔

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s) \quad (3.1)$$

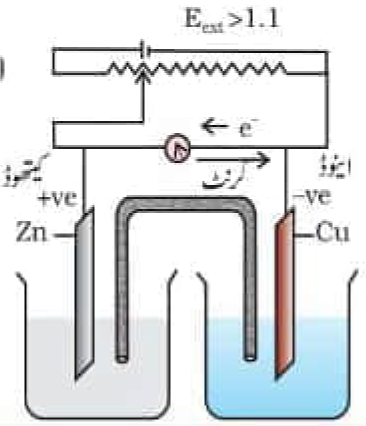
اگر مخالف بیرونی مضمر (Potential) لگایا جائے [شکل 3.2(a)] اور اس میں آہستہ آہستہ اضافہ کیا جائے تو ہم دیکھتے ہیں کہ تعامل اس وقت تک جاری رہتا ہے۔ جب تک کہ مقابل وولٹیج کی قدر 1.1 V نہیں ہو جاتی [شکل 3.2 (b)]، تب تعامل مکمل طور پر رک جاتا ہے اور سیل میں برقی رو نہیں بہتی۔ بیرونی مضمر میں مزید اضافہ تعامل کو دوبارہ لیکن مخالف سمت میں شروع کر دیتا ہے [شکل 3.2 (c)]۔ اب یہ ایک الیکٹرولائٹک سیل کی طرح کام کرتا ہے جو ایک غیر از خود کیمیائی تعامل کو برقی توانائی کے استعمال سے حاصل کرنے کا آلہ ہے۔ دونوں ہی قسم کے سیل بہت اہم ہیں اور ہم اگلے صفحات میں ان کی کچھ اہم خصوصیات کا مطالعہ کریں گے۔





جب $E_{ext} = 1.1\ V$ ہے
(i) الیکٹران یا برقی رو کا بہاؤ نہیں ہوتا
(ii) کوئی کیمیائی تعامل نہیں۔

(c) جب $E_{ext} < 1.1\ V$ ہے
(i) Zn اینوڈ پر تحلیل ہو جاتا ہے اور کاپر کیتھوڈ پر جمع ہو جاتا ہے۔
(ii) الیکٹران Zn چھڑ سے Cu چھڑ کی طرف بہنے لگتے ہیں اور اس طرح کرنٹ Cu سے Zn کی طرف بہتا ہے۔



جب $E_{ext} > 1.1$ تو
(i) الیکٹران Cu سے Zn کی طرف بہنے لگتے ہیں اور کرنٹ Zn سے Cu کی طرف بہتا ہے۔
(ii) زنک الیکٹروڈ پر جمع ہو جاتا ہے اور کاپر کا الیکٹروڈ پر تحلیل ہو جاتا ہے۔

شکل 3.2: سیل مضمر کے مقابل جب بیرونی وولٹیج E_{ext} لگایا جاتا ہے تو سیل کام کرنے لگتا ہے۔

* ارتکاز کے بجائے ایکٹیوٹی کا استعمال کرنا چاہیے۔ یہ ارتکاز کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔ ڈائی لیوٹ محلولوں میں، ہر ارتکاز کے مساوی ہوتی چاہیے۔ آپ اس کا تفصیلی مطالعہ اعلیٰ جماعتوں میں کریں گے۔

3.2 گیلوینک سیل (Galvanic Cells)

جیسا کہ پہلے بتایا جا چکا ہے (کلاس XI، اکائی 8) گیلوینک سیل ایک برق کیمیائی سیل ہے جو کہ ازخود ریڈاکس تعامل کی کیمیائی توانائی کو برقی توانائی میں تبدیل کرتا ہے۔ اس آلے میں ازخود ریڈاکس تعامل کی گِبس توانائی (Gibbs Energy) برقی کام میں تبدیل ہو جاتی ہے جس کا استعمال موٹر، ہیٹر، پنکھا، گیزر جیسے برقی آلات کو چلانے میں کیا جا سکتا ہے۔

ڈینیل سیل، جیسا کہ پہلے مذکور ہوا، ایک ایسا سیل ہے جس میں مندرجہ ذیل ریڈاکس تعامل ہوتا ہے۔

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

یہ تعامل دو نصف تعاملات کا اتحاد ہے جن کا مجموعہ کرنے پر کل تعامل حاصل ہوتا ہے۔

(i) $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$ (تحویلی نصف تعامل) (3.2)

(ii) $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ (تکسیدی نصف تعامل) (3.3)

یہ تعاملات ڈینیل سیل کے دو مختلف حصوں میں انجام پذیر ہوتے ہیں۔ تحویل نصف تعامل کاپر الیکٹروڈ پر ہوتا ہے جبکہ تکسیدی نصف تعامل زنک الیکٹروڈ پر ہوتا ہے۔ سیل کے یہ دونوں حصے نصف سیل یا ریڈاکس جفتے (Redox Couple) کہلاتے ہیں۔ کاپر الیکٹروڈ کو تحویلی نصف سیل اور زنک الیکٹروڈ کو تکسیدی نصف سیل کہا جا سکتا ہے۔

ہم مختلف نصف سیلوں کے اتحاد سے ڈینیل سیل کے پیٹرن پر بے شمار گیلوینک سیل بنا سکتے ہیں۔ ہر ایک نصف سیل ایک دھاتی الیکٹروڈ پر مشتمل ہوتا ہے جو کہ ایک الیکٹرولائٹ میں ڈوبی رہتی ہے۔ دونوں نصف سیل ایک وولٹ میٹر اور ایک سوئچ سے دھاتی تار کے ذریعے بیرونی طور پر منسلک رہتے ہیں۔ دونوں نصف سیلوں کے الیکٹرولائٹ اندرونی طور پر ایک سالٹ برج (Salt bridge) کے ذریعے منسلک رہتے ہیں جیسا کہ شکل 3.1 میں دکھایا گیا ہے۔ بعض اوقات دونوں الیکٹروڈ ایک ہی الیکٹرولائٹ محلول میں ڈوبے رہتے ہیں اور اس طرح کے معاملات میں ہمیں سالٹ برج کی ضرورت نہیں ہوتی۔

ہر ایک الیکٹروڈ - الیکٹرولائٹ انٹرفیس پر دھاتی آینوں میں محلول سے دھاتی الیکٹروڈ پر جمع ہونے کا رجحان ہوتا ہے تاکہ اس پر مثبت چارج پیدا ہو سکے۔ ٹھیک اسی وقت الیکٹروڈ کے دھاتی ایٹموں میں یہ رجحان ہوتا ہے کہ وہ آینوں کی شکل میں محلول میں چلے جاتے ہیں اور الیکٹروڈ پر اپنے پیچھے الیکٹران چھوڑ آتے ہیں جس کی وجہ سے اس الیکٹروڈ پر منفی چارج آ جاتا ہے۔ توازن کی حالت میں چارجوں کی علیحدگی ہو جاتی ہے اور دونوں تعاملات کی نوعیت پر انحصار کرتے ہوئے الیکٹروڈ پر محلول کی نسبت میں منفی یا مثبت چارج ہو سکتا ہے۔ الیکٹروڈ اور محلول کے درمیان ایک مضمر فرق پیدا ہو جاتا ہے جسے الیکٹروڈ مضمر (Electrode potential) کہتے ہیں۔ جب نصف سیل میں ملوث تمام اسپیشیز (Species) کا ارتکاز ایک اکائی ہو جاتا ہے تو الیکٹروڈ مضمر کو معیاری الیکٹروڈ مضمر (Standard electrode potential) کہا جاتا ہے۔ IUPAC کے مطابق معیاری تحویلی مضمر کو اب معیاری الیکٹروڈ مضمر کہا جاتا ہے۔ گیلوینک سیل میں وہ نصف سیل جس میں تکسید کا عمل ہوتا ہے اسے اینوڈ (Anode) کہتے ہیں اور اس کا مضمر محلول کی نسبت سے منفی ہوتا ہے۔ دوسرا نصف سیل جس میں تحویل کا عمل ہوتا ہے اسے کیتھوڈ (Cathode) کہا جاتا ہے اور اس کا مضمر محلول کی نسبت سے مثبت ہوتا ہے۔ اس طرح دونوں الیکٹروڈ کے درمیان ایک مضمر فرق ہوتا ہے اور جیسے ہی سوئچ آن ہوتا ہے، الیکٹران منفی الیکٹروڈ سے مثبت الیکٹروڈ کی طرف بہنے لگتے ہیں۔ کرنٹ کے بہاؤ کی سمت الیکٹران کے بہاؤ کی سمت کے برعکس ہوتی ہے۔

گیلوینک سیل کے دونوں الیکٹروڈ کے درمیان مضمر فرق سیل مضمر (Cell potential) کہلاتا ہے اور اس کی پیمائش وولٹ میں کی جاتی ہے۔ سیل مضمر، کیتھوڈ اور اینوڈ کے الیکٹروڈ مضمر (تحویلی مضمر) کا فرق ہوتا ہے۔ اسے سیل کا برقی محرک قوت (Cell electromotive force) یعنی emf کہتے ہیں۔ جب کہ سیل میں کوئی کرنٹ نہیں بہتا۔ اب یہ قابل قبول کنونشن ہے کہ ایک گیلوینک سیل کو ظاہر کرتے وقت ہم اینوڈ کو بائیں طرف اور کیتھوڈ کو دائیں طرف لکھتے ہیں۔ ایک گیلوینک سیل کو عام طور سے دھات اور الیکٹرولائٹ کے درمیان ایک عمودی لائن کھینچ کر اور دو الیکٹرولائٹ کو اگر وہ سالٹ برج سے منسلک ہیں تو دو عمودی لائن کھینچ کر ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کنونشن کے تحت سیل کا emf مثبت ہوتا ہے اور اسے دائیں طرف کے نصف سیل کے مضمر میں سے بائیں طرف کے نصف سیل کے مضمر کو گھٹا کر ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$E_{cell} = E_{right} - E_{left}$$

اسے مندرجہ ذیل مثال کے ذریعے سمجھایا گیا ہے:

سیل تعامل

$$Cu(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s) \quad (3.4)$$

نصف سیل تعامل

کیتھوڈ (تحویل): $$2Ag^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2Ag(s) \quad (3.5)$$

اینوڈ (تکسید): $$Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^- \quad (3.6)$$

یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ (3.5) اور (3.6) کے حاصل جمع سیل میں ہونے والے کل تعامل (3.4) کو ظاہر کرتا ہے اور سلور الیکٹروڈ کیتھوڈ کی طرح اور کاپر الیکٹروڈ اینوڈ کی طرح کام کرتا ہے۔ سیل کو مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$Cu(s) | Cu^{2+}(aq) || Ag^+(aq) | Ag(s)$$

اور ہمارے پاس ہے۔

$$E_{cell} = E_{right} - E_{left} = E_{Ag^+|Ag} - E_{Cu^{2+}|Cu} \quad (3.7)$$

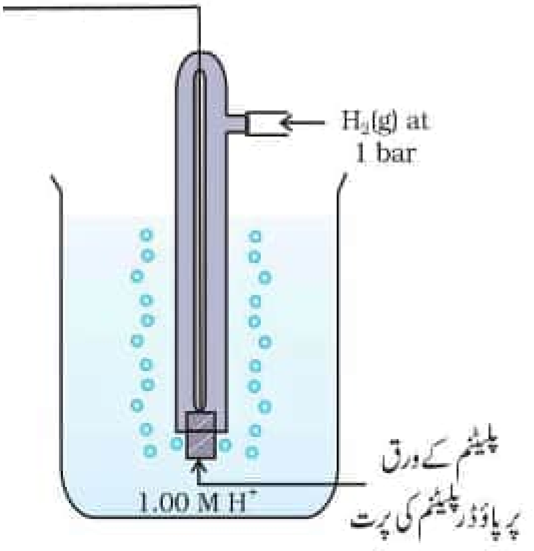
3.2.1 الیکٹروڈ مضمر کی پیمائش (Measurement of Electrode Potential)

نصف سیل کے مضمر کی پیمائش نہیں کی جاسکتی۔ ہم صرف دونوں نصف سیلوں کے مضمر فرق کی پیمائش کر سکتے ہیں جو کہ سیل کا emf ہوتا ہے۔ اگر ہم اپنی مرضی سے ایک الیکٹروڈ (نصف سیل) کے مضمر کا انتخاب کرلیں تو اس کی نسبت سے دوسرے کا مضمر معلوم کیا جاسکتا ہے۔ کنونشن کے مطابق نصف سیل جسے معیاری ہائڈروجن الیکٹروڈ کہتے ہیں (شکل 3.3) اور جسے $Pt(s) \mid H_2(g) \mid H^+(aq)$ سے ظاہر کیا جاتا ہے، کا مندرجہ ذیل تعامل کے نظیری سبھی درجۂ حرارت پر صفر مضمر تفویض کیا جاتا ہے۔

$$H^+(aq) + e^- \rightarrow \frac{1}{2}H_2(g)$$

معیاری ہائڈروجن الیکٹروڈ پلیٹینم الیکٹروڈ پر مشتمل ہوتا ہے جس پر پلیٹینم بلیک کا استر چڑھا ہوتا ہے۔ الیکٹروڈ تیزابی محلول میں ڈوبی رہتی ہے اور اس پر خالص ہائڈروجن گیس کے بلبلے گزارے جاتے ہیں۔ ہائڈروجن کی تکسیدی

اور تحویلی دونوں شکلیں اکائی ارتکاز پر برقرار رکھی جاتی ہیں (شکل 3.3)۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ہائڈروجن گیس کا دباؤ 1 bar اور محلول میں ہائڈروجن آین کا ارتکاز اکائی مولر ہوتا ہے۔



شکل 3.3: معیاری ہائڈروجن الیکٹروڈ

298 K پر سیل کا emf، معیاری ہائڈروجن الیکٹروڈ || دوسرا نصف سیل جسے معیاری ہائڈروجن الیکٹروڈ کو اینوڈ (حوالہ جاتی نصف سیل) اور دوسرے نصف سیل کو کیتھوڈ لے کر بنایا گیا ہے، دوسرے نصف سیل کا تحویلی مضمر ہوتا ہے۔ اگر دائیں طرف کے نصف سیل میں اسپیشیز کی تحویلی اور تکسیدی شکلوں کے ارتکاز اکائی ہوں تو سیل مضمر دیتے ہوئے نصف سیل کے معیاری الیکٹروڈ مضمر $E_R^\ominus$ کے مساوی ہوتا ہے۔

$$E^\ominus = E_R^\ominus - E_L^\ominus$$

کیونکہ معیاری ہائڈروجن الیکٹروڈ کا $E_L^\ominus$ صفر ہوتا ہے۔

$$E^\ominus = E_R^\ominus - 0 = E_R^\ominus$$

سیل کا ناپا گیا emp ہے

$$Pt(s) | H_2(g, 1bar) | H^+(aq. 1M) || Cu^{2+}(aq. 1M) | Cu$$

کے emf کی پیائش 0.34 V ہے جو کہ مندرجہ ذیل نصف سیل تعامل کا معیاری مضمر بھی ہے۔

$$Cu^{2+}(aq\ 1\ M) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$$

اسی طرح مندرجہ ذیل سیل

$$Pt(s) | H_2(g, 1bar) | H^+(aq. 1M) || Zn^{2+}(aq. 1M) | Zn$$

کے emf کی پیائش 0.76 V– ہے جو کہ مندرجہ ذیل نصف سیل تعامل کے معیاری مضمر کے نظیری ہے۔

$$Cu^{2+}(aq\ q\ M) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$$

پہلی حالت میں معیاری الیکٹروڈ مضمر کی مثبت قدر سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ H^+ آینوں کے مقابلے میں Cu^{2+} آینوں کی تحویل آسانی سے ہو جاتی ہے اس کا معکوس عمل نہیں ہوسکتا ہے۔ یعنی مذکورہ بالا معیاری حالات میں ہائڈروجن آین Cu کی تکسید نہیں کر سکتے ہیں (یا متبادل طور پر ہم کہہ سکتے ہیں کہ ہائڈروجن گیس کاپر آینوں کی تحویل کر سکتی ہے)۔ Cu، HCl میں نہیں گھلتا ہے۔ نائٹرک ایسڈ میں نائٹریٹ آینوں کے ذریعے اس کی تکسید ہوتی ہے نہ کہ ہائڈروجن آینوں کے ذریعے۔ دوسری حالت میں معیاری الیکٹروڈ مضمر کی منفی قدر اس بات کی طرف اشارہ کرتی ہے کہ ہائڈروجن آین زنک کی تکسید کر سکتے ہیں (یا زنک ہائڈروجن آینوں کی تحویل کر سکتا ہے)۔

اس کنونشن کے ضمن میں، شکل 3.1 میں ڈینیل سیل کے لیے نصف تعامل کو مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاسکتا ہے۔

بایاں الیکٹروڈ: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq\ 1\ M) + 2e^-$

دایاں الیکٹروڈ: $Cu^{2+}(aq\ 1\ M) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$

سیل کا کل تعامل مذکورہ بالا دونوں تعاملات کا حاصل جمع ہوتا ہے اور ہمیں مندرجہ ذیل تعامل حاصل ہوتا ہے۔

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

سیل کا emf $E^{\ominus}_{cell} = E^{\ominus}_{R} - E^{\ominus}_{L}$

$= 0.34\ V - (-0.76)\ V = 1.10\ V$

بعض اوقات پلیٹینم اور سونا جیسی دھاتیں غیر عامل (Inert) الیکٹروڈ کی شکل میں استعمال کی جاتی ہیں۔ یہ تعامل میں حصہ نہیں لیتی ہیں لیکن تکسیدی یا تحویلی تعاملات اور الیکٹرانوں کے ایصال کے لیے اپنی سطح فراہم کرتی ہیں۔ مثال کے طور پر مندرجہ ذیل نصف سیلوں میں Pt کا استعمال کیا جاتا ہے۔

ہائڈروجن الیکٹروڈ $Pt(s) | H_2(g) | H^+(aq)$

نصف سیل تعامل کے ساتھ $H^+(aq) + e^- \rightarrow \frac{1}{2}H_2(g)$

برومین الیکٹروڈ $Pt(s) | Br_2(aq) | Br^-(aq)$

نصف سیل تعامل کے ساتھ $\frac{1}{2}Br_2(aq) + e^- \rightarrow Br^-(aq)$

معیاری الیکٹروڈ مضمر بہت اہم ہیں اور ہم ان سے متعدد اہم اطلاعات حاصل کر سکتے ہیں۔ چند نصف سیل تحویلی تعاملات کے لیے معیاری الیکٹروڈ مضمر جدول 3.1 میں دیے گئے ہیں۔ اگر کسی الیکٹروڈ کا معیاری الیکٹروڈ مضمر صفر سے زیادہ ہے تو اس کی تحویل شدہ شکل ہائڈروجن گیس کے مقابلے میں زیادہ مستحکم ہوتی ہے۔ اسی طرح اگر معیاری الیکٹروڈ مضمر منفی ہے تو اسپشیز کی تحویل شدہ شکل کے مقابلے میں ہائڈروجن گیس زیادہ مستحکم ہوگی۔ یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ فلورین کا معیاری الیکٹروڈ مضمر جدول میں سب سے زیادہ ہے جس سے معلوم ہوتا ہے کہ فلورین گیس (F_2) میں، فلورائڈ آئینوں میں تحویل ہونے کا رجحان سب سے زیادہ ہوتا ہے لہٰذا فلورین گیس سب سے طاقتور تکسیدی ایجنٹ ہے اور فلورائڈ آین کمزور ترین تحویلی ایجنٹ ہیں۔ لیتھیم کا الیکٹروڈ مضمر سب سے کم ہے اس کا مطلب ہے کہ لیتھیم آین کمزور ترین تکسیدی ایجنٹ ہیں جبکہ لیتھیم دھات آبی محلولوں میں سب سے طاقتور تحویلی ایجنٹ ہے۔ یہ بھی دیکھا جا سکتا ہے کہ جب ہم جدول 3.1 میں اوپر سے نیچے کی طرف چلتے ہیں تو معیاری الیکٹروڈ مضمر کم ہوتا جاتا ہے اور اس کمی کے ساتھ تعامل کے بائیں طرف کی اسپشیز کی تکسیدی استطاعت میں کمی آتی ہے اور دائیں طرف کی اسپشیز کی تحویلی استطاعت میں اضافہ ہوتا ہے۔ محلولوں کی pH حل پذیر حاصل ضرب، توازن مستقلہ اور دیگر حرحرکیاتی خصوصیات کے تعین نیز پوٹینشو میٹرک ٹائٹریشن (Potentiometric titration) میں برق کیمیائی سیلوں کا بڑے پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

3.1 نظام $Mg^{2+} | Mg$ کے معیاری الیکٹروڈ مضمر کا تعین آپ کس طرح کریں گے؟

3.2 کیا آپ زنک کے برتن میں کاپر سلفیٹ کا محلول رکھ سکتے ہیں؟

3.3 معیاری الیکٹروڈ مضمر جدول کا معائنہ کیجیے اور کوئی ایسی تین اشیا کے نام بتائیے جو مناسب حالات میں فیرس آینوں کے تکسید کر سکتی ہیں۔

3.3 نیرنسٹ مساوات (Nernst Equation)

گذشتہ سیکشن میں ہم نے جانا ہے کہ الیکٹروڈ تعامل میں ملوث تمام اسپیشیز کا ارتکاز اکائی ہے۔ ضروری نہیں کہ یہ ہمیشہ درست ہو۔ نیرنسٹ نے دکھایا کہ الیکٹروڈ تعامل

$$M^{n+}(aq) + ne^- \rightarrow M(s)$$

کے لیے معیاری ہائڈروجن الیکٹروڈ کی نسبت سے کسی بھی ارتکاز پر الیکٹروڈ مضمر مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاسکتا ہے:

$$E_{(M^{n+}/M)} = E_{(M^{n+}/M)} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[M]}{[M^{n+}]}$$

لیکن ٹھوس M کا ارتکاز اکائی لیا جاتا ہے، تب

$$E_{(M^{n+}/M)} = E_{(M^{n+}/M)} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[M]}{[M^{n+}]} \quad (3.8)$$

$E_{(M^{n+}/M)}$ کی تعریف پہلے ہی بیان کی جاچکی ہے۔ R گیس مستقلہ $(8.314\ JK^{-1}\ mol^{-1})$ ہے۔ F فیراڈ مستقلہ $(96487\ C\ mol^{-1})$ ہے۔ T کیلون میں درجہ حرارت ہے اور $[M^{n+}]$ اسپیشیز M^{n+} کا ارتکاز ہے۔

ڈینئل سیل میں، Cu^{2+} اور Zn^{2+} آینوں کے کسی بھی ارتکاز کے لئے ہم لکھتے ہیں۔

کیتھوڈ کے لئے:

$$E_{(Cu^{2+}/Cu)} = E_{(Cu^{2+}/Cu)} - \frac{RT}{2F}\ln\frac{1}{[Cu^{2+}(aq)]} \quad (3.9)$$

اینوڈ کے لئے:

$$E_{(Zn^{2+}/Zn)} = E_{(Zn^{2+}/Zn)} - \frac{RT}{2F}\ln\frac{1}{[Zn^{2+}(aq)]} \quad (3.10)$$

سیل مضمر، $E_{(cell)} = E_{(Cu^{2+}/Cu)} - E_{(Zn^{2+}/Zn)}$

$$= E^{\ominus}_{(Cu^{2+}/Cu)} - \frac{RT}{2F}\ln\frac{1}{[Cu^{2+}(aq)]} - E_{(Zn^{2+}/Zn)} + \frac{RT}{2F}\ln\frac{1}{[Zn^{2+}(aq)]}$$

$$= E_{(Cu^{2+}/Cu)} - E_{(Zn^{2+}/Zn)} - \frac{RT}{2F}\ln\frac{1}{[Cu^{2+}(aq)]} - \ln\frac{1}{[Zn^{2+}(aq)]}$$

$$E_{(cell)} = E_{(cell)} - \frac{RT}{2F}\ln\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} \quad (3.11)$$

یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ $E_{(cell)}$ کا انحصار Cu^{2+} اور Zn^{2+} دونوں آینوں پر ہوتا ہے۔ یہ Cu^{2+} آینوں کا ارتکاز بڑھانے پر بڑھتا ہے اور Zn^{2+} آینوں کا ارتکاز بڑھانے پر گھٹتا ہے۔

مساوات (3.11) میں طبعی لوگارتم کو اساس 10 میں تبدیل کرنے پر اور F،R کی قدروں کو رکھنے پر اور T= 298 K پر یہ مساوات ہوجاتی ہے:

$$E_{(cell)} = E_{(cell)} - \frac{0.059}{2}\log\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} \quad (3.12)$$

ہمیں دونوں الیکٹروڈ کے لیے الیکٹرانوں کی یکساں تعداد (n) کا استعمال کرنا چاہئے اس طرح مندرجہ ذیل سیل

جدول 3.1 298 K پر معیاری الیکٹروڈ مضمر

آئنی آبی اسپیشیز کی شکل میں موجود ہیں اور پانی رقیق حالت میں ہے؛ ٹھوس اور گیس اشیا کو s اور g سے دکھایا گیا ہے۔

تعامل (تکسیدی شکل + ne^-	→ تحویلی شکل)	$E^\ominus$/V
$F_2(g) + 2e^-$	$\rightarrow 2F^-$	2.87
$Co^{3+} + e^-$	$\rightarrow Co^{2+}$	1.81
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^-$	$\rightarrow 2H_2O$	1.78
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^-$	$\rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	1.51
$Au^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Au(s)$	1.40
$Cl_2(g) + 2e^-$	$\rightarrow 2Cl^-$	1.36
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^-$	$\rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1.33
$O_2(g) + 4H^+ + 4e^-$	$\rightarrow 2H_2O$	1.23
$MnO_2(s) + 4H^+ + 2e^-$	$\rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	1.23
$Br_2 + 2e^-$	$\rightarrow 2Br^-$	1.09
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^-$	$\rightarrow NO(g) + 2H_2O$	0.97
$2Hg^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Hg_2^{2+}$	0.92
$Ag^+ + e^-$	$\rightarrow Ag(s)$	0.80
$Fe^{3+} + e^-$	$\rightarrow Fe^{2+}$	0.77
$O_2(g) + 2H^+ + 2e^-$	$\rightarrow H_2O_2$	0.68
$I_2 + 2e^-$	$\rightarrow 2I^-$	0.54
$Cu^+ + e^-$	$\rightarrow Cu(s)$	0.52
$Cu^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Cu(s)$	0.34
$AgCl(s) + e^-$	$\rightarrow Ag(s) + Cl^-$	0.22
$AgBr(s) + e^-$	$\rightarrow Ag(s) + Br^-$	0.10
$2H^+ + 2e^-$	$\rightarrow H_2(g)$	0.00
$Pb^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Pb(s)$	–0.13
$Sn^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Sn(s)$	–0.14
$Ni^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Ni(s)$	–0.25
$Fe^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Fe(s)$	–0.44
$Cr^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Cr(s)$	–0.74
$Zn^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Zn(s)$	–0.76
$2H_2O + 2e^-$	$\rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	–0.83
$Al^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Al(s)$	–1.66
$Mg^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Mg(s)$	–2.36
$Na^+ + e^-$	$\rightarrow Na(s)$	–2.71
$Ca^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Ca(s)$	–2.87
$K^+ + e^-$	$\rightarrow K(s)$	–2.93
$Li^+ + e^-$	$\rightarrow Li(s)$	–3.05

تکسیدی ایجنٹ کی بڑھتی ہوئی شدت

تحویلی ایجنٹ کی بڑھتی ہوئی شدت

1- منفی $E^\ominus$ کا مطلب ہے کہ ریڈاکس جفتہ H^+/H_2 جفتہ کے مقابلے طاقتور تحویلی ایجنٹ ہے۔

2- مثبت $E^\ominus$ کا مطلب ہے کہ ریڈاکس جفتہ H^+/H_2 جفتہ کے مقابلے کمزور تحویلی ایجنٹ ہے۔

Ni(s) | Ni^{2+}(aq) || Ag^+(aq) | Ag

کے لیے سیل تعامل مندرجہ ذیل ہے۔

$$Ni(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

نیرنسٹ مساوات مندرجہ ذیل طریقے سے لکھی جاسکتی ہے:

$$E_{(cell)} = E_{(cell)} - \frac{RT}{2F} \ln \frac{[Ni^{2+}]}{[Ag^{2+}]}$$

اور ایک عمومی برق کیمیائی تعامل

$$aA + bB \xrightarrow{ne^-} cC + dD$$

کے لیے نیرنسٹ مساوات کو مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاسکتا ہے۔

$$E_{(cell)} = E_{(cell)} = E_{(cell)} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

$$= E_{(cell)} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad (3.13)$$

مثال 3.1

اس سیل کو ظاہر کیجیے جس میں مندرجہ ذیل تعامل ہوتا ہے:

$$Mg(s) + 2Ag^+(0.001\ M) \rightarrow Mg^{2+}(0.130\ M) + 2Ag(s)$$

اگر $E_{(cell)} = 3.17$ V ہے تو اس کا $E_{(cell)}$ معلوم کیجیے۔

حل

سیل کو مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاسکتا ہے

$$Mg / Mg^{2+}(0.130\ M) \| Ag^+(0.0001\ M) | Ag$$

$$E_{(cell)} = E_{(cell)} - \frac{RT}{2F} \ln \frac{[Mg^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$

$$= 3.17V - \frac{0.059V}{2} \log \frac{0.130}{(0.0001)^2}$$

$$= 3.17\ V - 0.21\ V = 2.96\ V$$

3.3.1 نیرنسٹ مساوات سے توازن مستقلہ (Equilibrium Constant from Nernst Equation)

اگر ڈینیل سیل (شکل 3.1) میں سرکٹ بند کر دیا جائے تو ہم نوٹ کرتے ہیں کہ مندرجہ ذیل تعامل

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s) \quad (3.1)$$

ہوتا ہے اور وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ Zn^{2+} آینوں کے ارتکاز میں اضافہ ہوتا جاتا ہے جبکہ Cu^{2+} آینوں کا ارتکاز کم ہوجاتا ہے۔ اس وقت وولٹ میٹر میں سیل کا وولٹیج گھٹتا جاتا ہے۔ کچھ دیر کے بعد ہم دیکھیں گے کہ Cu^{2+} اور Zn^{2+} آینوں کے ارتکاز میں کوئی تبدیلی نہیں آئی اور اس وقت وولٹ میٹر کی ریڈنگ صفر ہوتی ہے۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ توازن قائم ہو چکا ہے۔ اس صورت میں نیرنسٹ مساوات کو مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاسکتا ہے:

$$E_{(cell)} = 0 = E_{(cell)} - \frac{2.303RT}{2F} \log \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

$$\text{or} \quad E_{(cell)} = \frac{2.303RT}{2F} \log \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

لیکن توازن کی حالت میں

$$\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} = K_c$$ تعامل 3.1 کے لئے

اور T = 298 K پر مذکورہ بالا مساوات کو مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاسکتا ہے

$$E_{(cell)} = \frac{0.059\,V}{2} \log K_c = 1.1\,V \qquad (E_{(cell)} = 1.1\,V)$$

$$\log K_C = \frac{(1.1\,V \times 2)}{0.059\,V} = 37.288$$

$$K_C = 2 \quad 10^{37} \text{ at } \; 298K$$

عمومی طور پر

$$E_{(cell)} = \frac{2.303\,RT}{nF} \log K_C \qquad (3.14)$$

اس طرح مساوات (3.14) اس سیل کے معیاری الیکٹروڈ مضمر اور توازن مستقلہ کے درمیان تعلق کو ظاہر کرتی ہے جس میں یہ تعامل ہو رہا ہے۔ اس طرح تعامل کے لیے توازن مستقلہ کی تحسیب جسے کسی اور طریقے سے نہیں ناپا جاسکتا سیل کے نظری E-قدر سے کی جاسکتی ہے۔

مثال 3.2 مندرجہ ذیل تعامل کے لیے توازن مستقلہ کی تحسیب کیجئے۔

$$Cu(s) + 2Ag^{+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

$$E_{(cell)} = \; 0.46\,V$$

حل

$$E_{(cell)} = \frac{0.059V}{2} \log K_C = 0.46\,V$$

$$\log K_C = \frac{0.46\,V \times 2}{0.059\,V} = 15.6$$

$$\log K_C = \; 3.92 \quad 10^{15}$$

3.3.2 برق کیمیائی سیل اور تعامل کی گبس توانائی (Electrochemical Cell and Gibbs Energy of the Reaction)

ایک سیکنڈ میں کیا گیا برقی کام گزرنے والے کل چارج اور برقی مضمر کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتا ہے۔ اگر ہم کسی گیلونیک سیل سے زیادہ سے زیادہ کام لینا چاہتے ہیں تو چارج کو رجعتی طریقے سے گزارنا ہوگا۔ گیلونیک سیل کے ذریعہ کیا گیا رجعتی کام (Reversible work) اس کی گبس توانائی میں ہونے والی کمی کے برابر ہوتا ہے۔ اگر E سیل کا emf ہے اور nF گزرنے والے چارج کی مقدار ہے نیز $\Delta_r G$ تعامل کی گبس توانائی ہے تو

$$\Delta_r G = -nFE_{(cell)} \qquad (3.15)$$

یہ یاد رکھنے کی بات ہے کہ $E_{(cell)}$ ایک جامع پیرامیٹر ہے لیکن $\Delta_r G$ ایک شدید حرحرکیاتی (Thermodynamic) خصوصیت ہے اور اس کی قدر n پر منحصر ہوتی ہے۔ اس طرح اگر ہم تعامل کو لکھتے ہیں:

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s) \quad (3.1)$$

$$\Delta_r G = -2FE_{(cell)}$$

لیکن جب ہم تعامل کو یوں لکھتے ہیں

$$2Zn(s) + 2Cu^{2+}(aq) \rightarrow 2Zn^{2+}(aq) + 2Cu(s)$$

$$\Delta_r G = -2FE_{(cell)}$$

اگر تعامل کرنے والی تمام اسپیشیز کا ارتکاز ایک اکائی ہے تب

$$E_{(cell)} = E_{(cell)}$$

اور ہم پاتے ہیں کہ

$$\Delta_r G^\ominus = -nFE_{(cell)} \quad (3.16)$$

اس طرح $E^\ominus_{(cell)}$ کی پیمائش سے ہم ایک اہم حرحرکیاتی مقدار $\Delta_r G^\ominus$ حاصل کرسکتے ہیں جسے تعامل کی معیاری گبس توانائی کہتے ہیں۔

$$\Delta_r G^\ominus = -RT \ln K$$

مثال 3.3 ڈینیل سیل کا معیاری الیکٹروڈ مضمر 1.1 V ہے۔تعامل کے لیے معیاری گبس توانائی کی تحسیب کیجیے۔

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

حل

$$\Delta_r G^\ominus = -nFE_{(cell)}$$

مندرجہ بالا مساوات میں n کی قدر 2 ہے $F = 96487\ C\ mol^{-1}$ اور $E_{(cell)} = 1.1\ V$

لہٰذا $\Delta_r G^\ominus = -2 \times 1.1\ V \times 96487\ C\ mol^{-1}$

$= -21227\ J\ mol^{-1}$

$= -21.227\ kJ\ mol^{-1}$

متن پر مبنی سوالات

3.4 ہائڈروجن الیکٹروڈ کا مضمر معلوم کیجیے جو اسے محلول کے تماس میں ہے جس کا pH 10 ہے۔

3.5 اس سیل کا emf معلوم کیجیے جس میں مندرجہ ذیل تعامل ہوتا ہے۔

$$Ni(s) + 2Ag^+(0.002\ M) \rightarrow Ni^{2+}(0.160\ M) + 2Ag(s)$$

دیا ہوا ہے کہ $E_{(cell)} = 1.05\ V$

3.6 ایک سیل میں مندرجہ ذیل تعامل ہوتا ہے:

$$2Fe^{3+}(aq) + 2I^-(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + I_2(s)$$

298 K پر سیل کے لئے $E^\ominus_{(cell)} = 0.236\ V$

سیل تعامل کی معیاری گبس توانائی اور توازن مستقلہ معلوم کیجیے۔

3.4 الیکٹرولائٹک محلولوں کی ایصالیت (Conductance of Electrolytic Solutions)

الیکٹرولائٹک محلولوں میں برقی ایصالیت پر غور کرنے سے پہلے ضروری ہے کہ کچھ اصطلاحات کی تعریف بیان کردی جائے۔ برقی مزاحمت کو علامت R سے ظاہر کیا جاتا ہے اور اس کی پیائش اوم (Ω) میں کی جاتی ہے جو کہ SI اکائیوں میں $(kg\ m^2)/(s^3\ A^2)$ کے مساوی ہے۔ اسے وہیٹ اسٹون برج (Wheatstone bridge) کی مدد سے ناپا جاسکتا ہے جس کا مطالعہ آپ فزکس میں کر چکے ہیں۔ کسی بھی شے کی برقی مزاحمت اس کی لمبائی l کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے اور اس کے کراس سیکشن کے رقبہ کے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

$$R \propto \frac{l}{A} \quad \text{یا} \quad R = \rho\frac{l}{A} \tag{3.17}$$

تناسب کا مستقلہ ρ (یونانی، rho) مزاحمیت (Resistivity) کہلاتا ہے اس کی SI اکائی اوم میٹر (Ωm) ہے اور اس کا ذیلی صنف اوم سینٹی میٹر (Ω cm) بھی عام طور سے استعمال میں لایا جاتا ہے۔ IUPAC نے اصطلاح مزاحمیت کو نوعی مزاحمیت (Specific resistance) پر فوقیت دی ہے لہٰذا باقی کتاب میں ہم مزاحمیت اصطلاح کا ہی استعمال کریں گے۔ طبیعی اعتبار سے کسی شے کی مزاحمیت وہ مزاحمت ہے جبکہ شے کی لمبائی 1 میٹر اور اس کے کراس سیکشن کا رقبہ ایک مربع میٹر ہے۔ یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ

$$1\ \Omega\ m = 100\ \Omega\ cm \quad \text{یا} \quad 1\ \Omega\ cm = 0.01\ \Omega\ m$$

مزاحمت R کا معکوس ایصالیت G کہلاتا ہے اور اس طرح

$$G = \frac{1}{R} = \frac{A}{\rho l} = \kappa\frac{A}{l} \tag{3.18}$$

ایصالیت کی SI اکائی سیمنس (Siemens) ہے جسے علامت 'S' سے ظاہر کیا جاتا ہے اور یہ ohm^{-1} (جسے mho بھی کہتے ہیں) کے مساوی ہوتی ہے۔ مزاحمیت کا معکوس ایصالیت کہلاتا ہے اور اسے علامت κ (یونانی، Kappa) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ IUPAC نے اصطلاح ایصالیت کی نوعی ایصالیت پر فوقیت دی ہے۔ لہٰذا ہم آئندہ کتاب میں صرف ایصالیت اصطلاح کا ہی استعمال کریں گے۔ ایصالیت کی SI اکائیاں Sm^{-1} ہیں، لیکن عام طور سے κ کو Sm^{-1} میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ Sm^{-1} میں کسی شے کی ایصالیت اس کی وہ موصلیت (Conductance) ہے جب اس کی لمبائی 1 میٹر اور کراس سیکشن کا رقبہ $1m^2$ ہو۔ یہ بھی نوٹ کیا جاسکتا ہے کہ $1S\ m^{-1} = 100\ Sm^{-1}$۔

جدول 3.2 سے یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ ایصالیت کی قدر ایک وسیع رینج میں تبدیل ہوتی ہے اور اس کا انحصار شے کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ اس کا انحصار اس درجۂ حرارت اور دباؤ پر بھی ہوتا ہے جس پر پیائش کی جاتی ہے۔ ایصالیت کی بنیاد پر مادوں کی درجہ بندی موصل (Conductor)، حاجز (Insulator) اور نیم موصل (Semiconductor) کے تحت کی گئی ہے۔ دھاتیں اور ان کی بھرت (Alloys) کی ایصالیت بہت زیادہ ہوتی ہے اور انہیں موصل کہا جاتا ہے۔ کاربن بلیک اور گریفائٹ جیسی غیر دھاتیں اور کچھ نامیاتی پالیمر * بھی برقی موصل ہیں۔ کانچ، سیرمیک جیسی اشیا کی ایصالیت بہت کم ہوتی ہے اس لیے انہیں حاجز کہا جاتا ہے۔ سلیکان، Doped silicon اور گیلیم آرسینائڈ جیسی اشیا کی ایصالیت موصل اور حاجز کے درمیان ہوتی ہے اور یہ نیم موصل کہلاتے ہیں اور اہم الیکٹرانک مادے ہیں۔ کچھ مادے سپر کنڈکٹر (Super Conductor) کہلاتے ہیں، تعریف کے مطابق ان کی مزاحمیت صفر ہوتی ہے۔ پہلے صرف دھاتیں اور ان کی بھرت ہی بہت کم درجۂ حرارت (0 سے 15 K) پر سپر

کنڈکٹر کے طور پر جانی جاتی تھیں لیکن آج کل متعدد سیریمک مادے اور آمیزش آکسائڈ بھی دریافت ہو چکے ہیں جو 150 K کے اونچے درجۂ حرارت پر سپر کنڈکٹر ہوتے ہیں۔

جدول 3.2: 298.15 K پر کچھ منتخب مادوں کے لیے ایصالیت کی قدریں

مادہ	ایصالیت Sm^{-1}	مادہ	ایصالیت Sm^{-1}
موصل		**آبی محلول**	
سوڈیم	2.110^{3}	خالص پانی	3.510^{3}
کاپر	5.910^{3}	0.1 M HCl	3.91
سلفر	6.210^{3}	0.01 M KCl	0.14
گولڈ	4.510^{3}	0.01 M NaCl	0.12
آئرن	1.010^{3}	0.1 M HAc	0.047
گریفائٹ	1.210	0.01 M HAc	0.016
حاجز		**نیم موصل**	
کانچ	1.010^{-16}	CuO	1.10^{-7}
ٹیفلان	1.010^{-18}	Si	1.510^{-2}
		Ge	2.0

دھاتوں میں برق ایصالیت دھاتی یا الیکٹرانی ایصالیت کہلاتی ہے جو کہ الیکٹرانوں کی حرکت کی وجہ سے ہوتی ہے۔ الیکٹرانی ایصالیت کا انحصار مندرجہ ذیل پر ہوتا ہے۔

(i) دھات کی نوعیت اور اس کی ساخت

(ii) فی ایٹم گرفت الیکٹرانوں کی تعداد

(iii) درجۂ حرارت (یہ درجۂ حرارت میں اضافہ کے ساتھ گھٹتی ہے)

جب الیکٹران ایک سرے سے داخل ہوتے ہیں اور دوسرے سرے سے گزر جاتے ہیں تو دھاتی موصل کی ترکیب میں تبدیلی نہیں آتی۔ نیم موصلوں میں ایصالیت کا میکانزم زیادہ پیچیدہ ہے۔

ہم پہلے ہی جانتے ہیں (جماعت XI، اکائی 7) کہ بہت زیادہ خالص پانی میں بھی ہائڈروجن اور ہائڈراکسل آینوں کی بہت قلیل مقدار ($\sim 10^{-7}$ M) موجود ہوتی ہے جس کی وجہ سے اس کی ایصالیت بہت کم ہوتی ہے (3.5×

* 1977 میں MacDiarmid، Heeger اور Shirakawa نے دریافت کیا کہ جب ایسیٹلین گیس کو آیوڈین کے بخارات کی زد میں رکھا جاتا ہے تو اس کی پالیمر سازی کے نتیجے میں ایک پالیمر تشکیل پاتا ہے جسے پالی ایسیٹلس کہتے ہیں۔ یہ دھاتی چمک اور ایصالیت جیسی خصوصیات جیسے دھاتی چمک اور موصلیت کو حاصل کرلیتا ہے۔ اس وقت سے متعدد نامیاتی ایصالی پالیمر بنائے جانے لگے جیسے کہ پالی اینیلین، پالی پائرول اور پالی تھایوفین۔ یہ نامیاتی پولیمر جن کی خصوصیات دھات جیسی ہوتی ہیں، مکمل طور پر کاربن، ہائڈروجن اور بعض اوقات نائٹروجن آکسیجن یا سلفر سے مل کر بنے ہونے کی وجہ سے عام دھاتوں کے مقابلے بہت زیادہ ہلکی ہوتی ہیں۔ اور کم وزنی بیٹریاں بنانے میں استعمال ہوسکتی ہیں۔اس کے علاوہ ان میں پولیمر جیسی میکینکل خصوصیات جیسے کہ لچک ہوتی ہے تاکہ ان سے ٹرانسسٹر جیسے الیکٹرانک آلات بنائے جاسکیں جو پلاسٹک شیٹ کی طرح موڑے جاسکتے ہیں۔ ایصالی پالیمر کی کھوج کے لیے MacDiarmid، Heeger اور Shirakawa کو 2000 میں کیمسٹری کے نوبل انعام سے نوازا گیا۔

(10^{-5} S m^{-1})۔ جب پانی میں الیکٹرولائٹ ملائے جاتے ہیں تو وہ اپنے آین محلول کو فراہم کرتے ہیں جس کی وجہ سے اس کی ایصالیت میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ محلول میں آینوں کی موجودگی کی وجہ سے برقی ایصالیت الیکٹرولائٹک یا آینی ایصالیت کہلاتی ہے۔ الیکٹرولائٹک (آینی) ایصالیت کا انحصار مندرجہ ذیل پر ہوتا ہے۔

(i) ملائے گئے الیکٹرولائٹ کی فطرت

(ii) پیدا ہونے والے آینوں کا سائز اور ان کی تحلیل

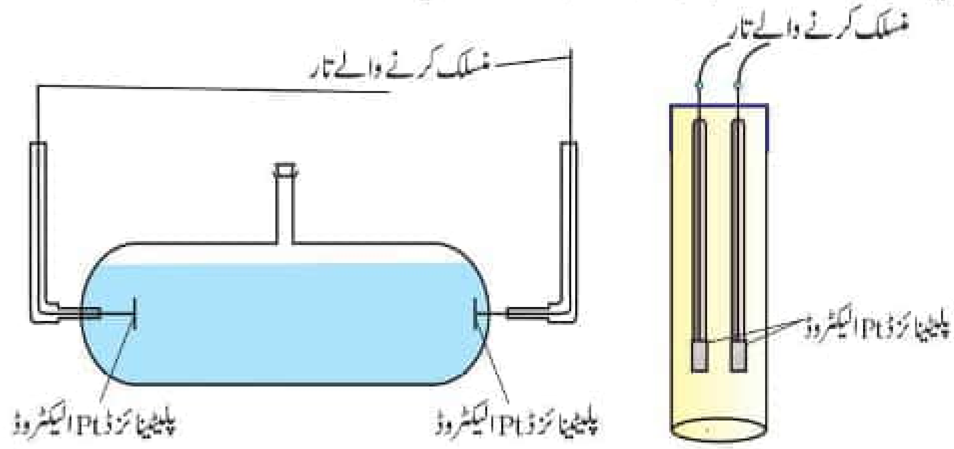
(iii) محلل کی فطرت اور اس کی لزوجت (Viscosity)

(iv) الیکٹرولائٹ کا ارتکاز

(v) درجۂ حرارت (درجۂ حرارت میں اضافہ کے ساتھ یہ بڑھتی ہے)

3.4.1 آینی محلولوں کی ایصالیت کی پیمائش (Measurement of the Conductivity of Ionic Solutions)

ہم جانتے ہیں کہ نامعلوم مزاحمت کو وہیٹ اسٹون برج کی مدد سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔ پھر بھی ایک آینی محلول کی مزاحمت کی پیمائش میں ہمیں دو مسئلے درپیش ہوتے ہیں۔ پہلا یہ کہ DC (Direct Current) گزارنے پر محلول کی ترکیب تبدیل ہو جاتی ہے۔ دوسرا یہ کہ محلول کو ٹھوس موصل یا دھاتی تار جیسے برج سے منسلک نہیں کیا جاسکتا۔ پہلے مسئلے کو پاور کے AC (Alternating Current) ماخذ کا استعمال کرکے حل کیا جاتا ہے۔ دوسرے مسئلے کو ایک مخصوص ڈیزائن کیے ہوئے برتن (ایصالیت سیل) کا استعمال کرکے حل کیا جاتا ہے۔ یہ سیل کئی ڈیزائنوں میں دستیاب ہیں۔ ان میں سے دو سادہ ڈیزائن شکل 3.4 میں دکھائے گئے ہیں۔



شکل 3.4: دو مختلف قسم کے ایصالی سیل

بنیادی طور پر یہ پلیٹینم کی دو الیکٹروڈوں پر مشتمل ہوتے ہیں جن پر پلیٹینم بلیک کا لیپ چڑھا ہوتا ہے (مہین دھاتی Pt الیکٹروڈ پر برق کیمیائی طور پر چڑھایا جاتا ہے)۔ ان کے کراس سیکشن کا رقبہ 'A' ہوتا ہے اور یہ ایک دوسرے سے 'l' فاصلے پر ہوتے ہیں۔ اس طرح ان الیکٹروڈ کے درمیان کا محلول ایک 'l' لمبائی اور 'A' کراس سیکشن کے رقبہ والا کالم ہوتا ہے۔ محلول کے اس کالم کی مزاحمت کو مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$R = \rho \frac{l}{A} = \frac{1}{\kappa}\frac{l}{A} \quad (3.17)$$

مقدار l/A کو سیل مستقلہ کہتے ہیں اور اسے علامت G^* سے ظاہر کرتے ہیں۔ یہ الیکٹروڈوں کے درمیان کے فاصلے اور ان کے کراس سیکشن کے رقبے پر منحصر ہوتی ہے۔ اس کے ابعاد $length^{-1}$ ہے اور اگر l اور A معلوم ہے تو اس کی تحسیب کی جاسکتی ہے۔ l اور A کی پیمائش میں نہ صرف سہولت کا فقدان ہے بلکہ اس میں عدم یقینی بھی

ہے۔ سیل مستقلہ کو عام طور سے پہلے سے معلوم ایصالیت والے محلول پر مشتمل سیل کی مزاحمت کی پیائش کر کے معلوم کیا جاتا ہے۔ اس مقصد کے لیے ہم عام طور سے KCl محلول کا استعمال کرتے ہیں جس کی ایصالیت مختلف ارتکاز اور درجۂ ہائے حرارت پر بالکل صحیح معلوم ہے (جدول 3.3)۔ سیل مستقلہ G^* کو مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$G^* = \frac{l}{A} = Rt \qquad (3.18)$$

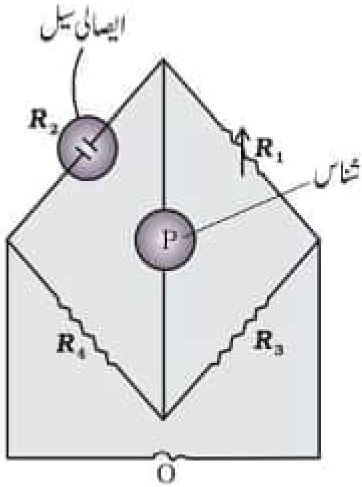
جدول 3.3   298.15 K پر KCl محلول کی ایصالیت اور مولر ایصالیت

مولاریت / ارتکاز		ایصالیت		مولر ایصالیت	
$mol\ L^{-1}$	$mol\ m^{-3}$	$S\ cm^{-1}$	$S\ m^{-1}$	$S\ cm^2\ mol^{-1}$	$S\ m^2\ mol^{-1}$
1.000	1000	0.1113	11.13	111.3	111.310^{-4}
0.100	100.0	0.0129	1.29	129.0	129.010^{-4}
0.010	10.00	0.00141	0.141	141.0	141.010^{-4}

ایک مرتبہ سیل مستقلہ معلوم ہونے پر ہم اس کا استعمال کسی بھی محلول کی مزاحمت یا ایصالیت کی پیائش میں کر سکتے ہیں۔ مزاحمت کی پیائش کا سیٹ اپ شکل 3.5 میں دکھایا گیا ہے۔

اس میں دو مزاحمتیں R_3 اور R_4 ایک متغیر مزاحمت R_1 اور نامعلوم مزاحمت R_2 کا ایصالی سیل ہوتا ہے۔ وہیٹ اسٹون کا ایک اہتزاز کار O (ایک AC ماخذ جس کی سرعت 550 سے 5000 چکر فی سیکنڈ) سے سپلائی دی جاتی ہے۔ P ایک مناسب شناس (Detector) (ایک ہیڈفون یا کوئی اور الیکٹرانک آلہ) ہے اور جب شناس میں کوئی برقی رو نہیں بہتی ہے تو برج متوازن ہوتا ہے۔ ان حالات میں

$$\text{نامعلوم مزاحمت}\ R_2 = \frac{R_1 R_4}{R_3} \qquad (3.19)$$



شکل 3.5: کسی الیکٹرولائٹ کے محلول کی مزاحمت کی پیمائش کے لیے انتظام

آج کل سستے ایصالی میٹر دستیاب ہیں جو کہ ایصالی سیل میں محلول کی مزاحمیت یا ایصالیت کو سیدھے ہی پڑھ لیتے ہیں۔ سیل مستقلہ اور محلول کی مزاحمت معلوم ہونے پر محلول کی ایصالیت کا تعین مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعے کیا جاتا ہے۔

$$\kappa = \frac{\text{سیل مستقلہ}}{R} = \frac{G^*}{R} \qquad (3.20)$$

کسی دیے ہوئے درجۂ حرارت پر اور ایک ہی محلل میں مختلف الیکٹرولائٹ کے محلول کی ایصالیت مختلف ہوتی ہے۔ اس کی وجہ ہے ان آینوں کا سائز اور چارج جس میں الیکٹرولائٹ تحلیل ہوتے ہیں، آینوں کا ارتکاز اور مضمر ڈھلان (Potential gradient)۔ لہٰذا یہ ضروری ہو جاتا ہے کہ طبعی اعتبار سے بامعنی مقدار کی تعریف بیان کی جائے جسے مولر ایصالیت (Molar conductivity) کہتے ہیں۔ اسے علامت Λ_m (یونانی، Lambda) سے ظاہر کرتے ہیں۔ محلول کی ایصالیت سے اس کا تعلق مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\text{مولر ایصالیت} = \Lambda_m = \frac{\kappa}{c} \quad (3.21)$$

مندرجہ بالا مساوات میں، اگر κ کو Sm^{-1} میں ظاہر کیا جائے اور ارتکاز c کو $mol\ m^{-3}$ میں ظاہر کیا جائے تو Λ_m کی اکائیاں $S\ cm^2\ mol^{-1}$ ہوں گی۔ یہ نوٹ کیا جاسکتا ہے کہ

$$1\ mol\ m^{-3} = 1000\ (L/m^3) \times \text{مولاریت}\ (mol/L)$$

اور اسی طرح

$$\Lambda_m(Sm^2\ mol^{-1}) = \frac{\kappa(S\ m^{-1})}{1000\ L\ m^{-3} \times molarity\ (mol\ L^{-1})}$$

اگر ہم κ کی اکائی $S\ cm^{-1}$ لیں اور ارتکاز کی اکائی $mol\ cm^{-3}$ لیں تو Λ_m کی اکائی $S\ cm^2\ mol^{-1}$ ہوگی۔ مندرجہ ذیل مساوات کی مدد سے اس کی تحسیب کی جاسکتی ہے۔

$$\Lambda_m(S\ m^2 mol^{-1}) = \frac{\kappa\ (S\ m^{-1}) \times 1000\ \ (cm^3\ /L)}{molarity\ (mol/L)}$$

ادب میں دونوں طرح کی اکائیوں کا استعمال کیا جاتا ہے اور ایک دوسرے سے ان کا تعلق مندرجہ ذیل ہے۔

$$1\ S\ m^2\ mol^{-1} = 10^4\ S\ cm^2\ mol^{-1}$$

یا $1\ S\ cm^2 mol^{-1} = 10^{-4}\ S\ cm^2\ mol^{-1}$

مثال 3.4

0.1 $mol\ L^{-1}$ ارتکاز والے KCl محلول سے بھرے ہوئے ایک ایصالیت سیل کی مزاحمت 100 Ω ہے۔ اگر 0.02 $mol\ L^{-1}$ ارتکاز کا KCl محلول بھرنے پر اس سیل کی مزاحمت 520 Ω ہو تو 0.02 mol L^{-1} ارتکاز والے KCl محلول کی ایصالیت اور مولر ایصالیت معلوم کیجیے۔ 0.1 $mol\ L^{-1}$ ارتکاز والے KCl محلول کی ایصالیت 1.29 S/m ہے۔

حل

حل

سیل مستقلہ مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ دیا جاتا ہے:

Cell constant = G^* = conductivity × resistance

$= 1.29\ S/m \times 100\ \Omega = 129 m^{-1} = 1.29\ cm^{-1}$

0.02 mol^{-1} پوٹاشیم کلورائڈ محلول کی ایصالیت = سیل مستقلہ / مزاحمت

$$\frac{G^*}{R} = \frac{129\ m^{-1}}{520\ \Omega} = 0.248\ Sm^{-1}$$

ارتکاز $= 0.02\ mol\ L^{-1}$

$= 1000 \times 0.02\ mol\ m^{-3}$

$= 20\ mol\ m^{-3}$

مولر ایصالیت $= \Lambda_m = \dfrac{\kappa}{c}$

$$= \frac{248 \times 10^{-3}\ Sm^{-1}}{20\ mol\ m^{-3}} = 124 \times 10^{-4} S\ m^2\ mol^{-1}$$

متبادل طور پر

$$\kappa = \frac{1.29\ cm^{-1}}{520\ \Omega} = 0.248\times10^{-2}\ S\ cm^{-1}$$

اور

$$\Lambda_m = \kappa\ 1000\ cm^3\ L^{-1}\ molarity^{-1}$$

$$= \frac{0.248\times10^{-2} S\ cm^{-1}\times1000\ cm^3L^{-1}}{0.02\ mol\ L^{-1}}$$

$$= 124\ S\ cm^2\ mol^{-1}$$

مثال 3.5

1 cm قطر اور 50 cm لمبائی کے $0.05\ mol\ L^{-1}$ والے NaOH محلول کی برقی مزاحمت 5.55×10^3 ہے۔ اس کی مزاحمیت، ایصالیت اور مولر ایصالیت معلوم کیجیے۔

حل

$$A = \pi r^2 = 3.14\times0.5^2\ cm^2 = 0.785\ cm^2 = 0.785\times10^{-4}\ m^2$$

$$l = 50\ cm = 0.5\ m$$

$$R = \frac{\rho l}{A} \quad or \quad \rho = \frac{RA}{l} = \frac{5.55\times10^3\Omega\times0.785\ cm^2}{50\ cm}$$

$$= 87.135\ \Omega\ cm$$

ایصالیت $= \kappa = \frac{1}{\rho} = \left(\frac{1}{87.135}\right) S\ cm^{-2}$

$$= 0.01148\ S\ cm^{-1}$$

مولر ایصالیت $\Lambda_m = \frac{\kappa\times1000}{c} cm^3L^{-1}$

$$= \frac{0.01148\ S\ cm^{-1}\times1000\ cm^3\ L^{-1}}{0.05\ mol\ L^{-1}}$$

$$= 229.6\ S\ cm^2\ mol\ L^{-1}$$

اگر ہم 'cm' کے بجائے 'm' میں مختلف مقداروں کی قدریں معلوم کرنا چاہتے ہیں تو

$$\rho = \frac{RA}{l}$$

$$= \frac{5.55\times10^3\ \Omega\times0.785\times10^{-4}\ m^2}{0.5\ m} = 87.135\ 10^{-2}\ \Omega\ m$$

$$\kappa = \frac{1}{\rho} = \frac{100}{87.135}\Omega\ m = 1.1485\ m^{-1}$$

اور $\Lambda_m = \frac{\kappa}{c} = \frac{1.148\ S\ m^{-1}}{50\ mol\ m^{-3}} = 229.6 10^{-4}\ s\ m^4\ mol^{-1}$

3.4.2 ارتکاز کے ساتھ ایصالیت اور مولر ایصالیت میں تبدیلی (Variation of Conductivity and Molar Conductivity with Concentration)

الیکٹرولائٹ کے ارتکاز میں تبدیلی کے ساتھ ساتھ ایصالیت اور مولر ایصالیت دونوں میں تبدیلی آتی ہے۔ کمزور اور طاقتور دونوں قسم کے الیکٹرولائٹ کا ارتکاز کم ہونے پر ایصالیت میں ہمیشہ کمی آتی ہے۔ اس کی تشریح اس حقیقت کے ساتھ کی جاسکتی ہے کہ ڈائی لیوشن کی حالت میں برقی رو لے جانے والے آئنوں کی تعداد فی اکائی حجم گھٹ جاتی ہے۔ کسی بھی ارتکاز پر کسی محلول کی ایصالیت اکائی حجم والے اس محلول کا Conductance ہے جو اکائی فاصلے پر واقع اور اکائی کراس سیکشن کے رقبہ والی پلیٹینم الیکٹروڈوں کے درمیان موجود ہے۔ یہ مندرجہ ذیل مساوات سے واضح ہے:

$$G = \frac{\kappa A}{l} = \kappa$$ (A اور l دونوں کی قدر اکائی ہے اور اپنی مناسب اکائیوں m یا cm میں ہیں)

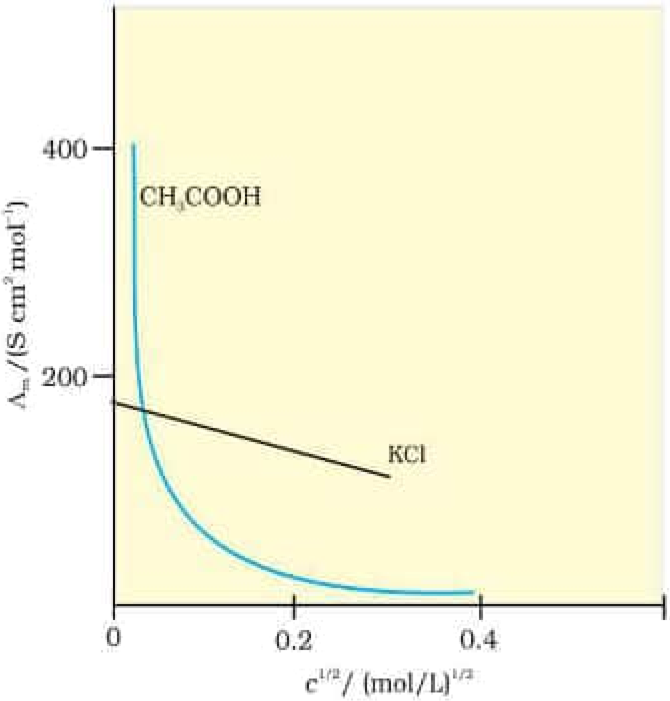
دیے ہوئے ارتکاز پر ایک محلول کی مولر ایصالیت V حجم والے اس محلول کا Conductance ہے جس میں 1 مول الیکٹرولائٹ A رقبہ والی دو ایسی الیکٹروڈوں کے درمیان رکھا ہے جو ایک دوسرے سے اکائی فاصلے پر واقع ہیں۔ لہٰذا

$$\Lambda_m = \frac{\kappa A}{l} = \kappa$$

کیونکہ $l = 1$ اور $A = V$ (1 مول الیکٹرولائٹ کا حجم)

$$\Lambda_m = \kappa V \quad (3.22)$$

ارتکاز میں کمی کے ساتھ ساتھ مولر ایصالیت میں اضافہ ہوتا ہے۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کیونکہ 1 مول الیکٹرولائٹ والے محلول کا کل حجم بھی بڑھتا ہے۔ یہ پایا گیا ہے کہ ڈائی لیوشن پر κ میں کمی حجم میں اضافہ کی بھرپائی کے مقابلے زیادہ ہوتی ہے۔ طبیعی اعتبار سے اس کا مطلب یہ ہے کہ دیے ہوئے ارتکاز پر Λ_m کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ یہ اس الیکٹرولائٹک محلول کا inductance ہے جو کہ ایصالیت سیل کے ایسے الیکٹروڈوں کے درمیان رکھا ہوا ہے جو ایک دوسرے سے اکائی فاصلے پر ہیں مگر ان کے کراس سیکشن کا رقبہ اتنا زیادہ ہے کہ اس میں ایک مول الیکٹرولائٹ کے محلول کا مناسب حجم آسکتا ہے۔ جب ارتکاز صفر ہو جاتا ہے تو مولر ایصالیت محدود مولر ایصالیت (Limting molar conductivity) کہلاتی ہے اور اسے Λ_m° سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ارتکاز کے ساتھ Λ_m میں تبدیلی طاقتور اور کمزور الیکٹرولائٹ کے لیے علیحدہ علیحدہ ہوتی ہے (شکل 3.6)۔



شکل 3.6: آبی محلولوں میں ایسیٹک ایسڈ (کمزور الیکٹرولائٹ) اور پوٹاشیم کلورائڈ (الیکٹرولائٹ) کے لیے مولر ایصالیت قوی بالمقابل $C^{1/2}$۔

طاقتور الیکٹرولائٹ (Strong Electrolytes)

طاقتور الیکٹرولائٹ کے لیے Λ ڈائی لیوشن کے ساتھ آہستہ آہستہ بڑھتا ہے اور اسے مندرجہ ذیل مساوات کی مدد سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$\Lambda_m = \Lambda_m^\circ - A c^{1/2} \quad (3.23)$$

یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ اگر Λ_m اور $c^{1/2}$ کے درمیان گراف کھینچا جائے (شکل 3.12) تو ہمیں Λ_m° کے مساوی intercept اور $-A$ کے مساوی سلوپ کا مستقیم خط حاصل ہوتا ہے۔ دیے گئے محلل اور درجۂ

حرارت پر مستقلہ 'A' کی قدر الیکٹرولائٹ کی قسم یعنی محلول میں الیکٹرولائٹ کی تحلیل کے نتیجے میں پیدا ہونے والے کیٹ آین اور این آین کے چارجوں پر منحصر ہوتی ہے۔لہٰذا NaCl، $CaCl_2$، $MgSO_4$ بالترتیب 1 – 1، 1 – 2 اور 2 – 2 الیکٹرولائٹ کے طور پر جانے جاتے ہیں۔ایک ہی قسم کے سبھی الیکٹرولائٹ کے لیے 'A' کی قدر یکساں ہوتی ہے۔

مثال 3.6 298 k پر مختلف ارتکاز پر KCl محلول کی مولر ایصالیت مندرجہ ذیل ہیں:

$c/mol\ L^{-1}$	$\Lambda_m/S\ cm^2\ mol^{-1}$
0.000198	148.61
0.000309	148.29
0.000521	147.81
0.000989	147.09

دکھائیے کہ Λ_m اور $c1/2$ کے درمیان کھینچا گیا گراف ایک سیدھی لائن ہے۔KCl کے لیے Λ_m^o اور A کی قدریں متعین کیجیے۔

حل

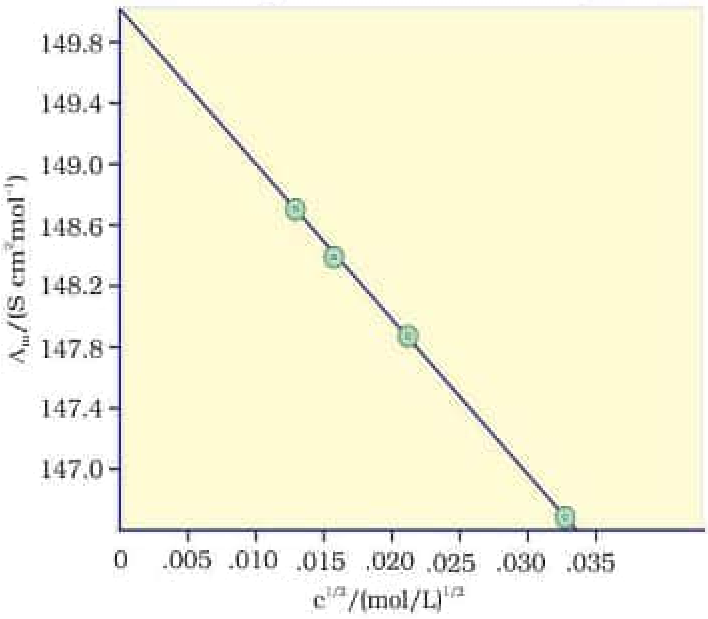
ارتکاز کا جذرالمربع لینے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$c^{1/2}/(mol\ L^{-1})^{1/2}$	$\Lambda_m/S\ cm2mol^{-1}$
0.01407	148.61
0.01758	148.29
0.02283	147.81
0.03145	147.09

Λ_m (y-محور) اور $c^{1/2}$ (x-محور) کا گراف شکل 3.7 میں دکھایا گیا ہے یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ یہ تقریباً ایک سیدھی لائن ہے۔intercept $(c^{1/2} = 0)$ سے ہم پاتے ہیں کہ

$\Lambda_m^o = 150.0\ S\ cm^2\ mol^{-1}$ اور

$$A = -slope = 87.46\ S\ cm^2\ mol^{-1}/(mol/L^{-1})^{1/2}$$



شکل 3.7: $c^{1/2}$ کے بالمقابل Λ_m کا تنوع

کولراؤش نے بہت سے طاقتور الیکٹرولائٹ کے لیے Λ_m^o کی قدروں کی جانچ کی اور کچھ باقاعدگیوں کا مشاہدہ کیا۔ اس نے نوٹ کیا کہ الیکٹرولائٹ NaX اور KX کے لیے Λ_m^o میں فرق تقریباً مستقل رہتا ہے۔ مثال کے طور پر 298 K پر

$$\Lambda^o_{m(KCl)} - \Lambda^o_{m(NaCl)} = \Lambda^o_{m(KBr)} - \Lambda^o_{m(NaBr)}$$

$$= \Lambda^o_{m(KI)} - \Lambda^o_{m(NaI)} \simeq 23.4 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

اوراس طرح یہ پایا گیا کہ

$$\Lambda^o_{m(NaBr)} - \Lambda^o_{m(NaCl)} = \Lambda^o_{m(KBr)} - \Lambda^o_{m(KCl)} \simeq 1.8 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

مذکورہ بالا مشاہدات کی بنیاد پر انھوں نے آینوں کی آمادانہ ہجرت کے لیے کولراؤش کلیہ وضع کیا۔ اس کلیہ کے مطابق ایک الیکٹرولائٹ کی محدود مولر ایصالیت الیکٹرولائٹ کے کیٹ آین اور این آین کے ذاتی تعاون کے حاصل جمع کے طور پر ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ اس طرح اگر $\lambda^0_{Na^+}$ اور $\lambda^0_{Cl^-}$ بالترتیب سوڈیم اور کلورائڈ آینوں کی محدود مولر ایصالیت ہیں تو سوڈیم کلورائڈ کی محدود مولر ایصالیت کو مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ پیش کیا جاتا ہے۔

$$\Lambda^0_{m\,(NCl)} = \lambda^0_{Na^+} + \lambda^0_{Cl^-} \quad (3.24)$$

عمومی طور پر، اگر ایک الیکٹرولائٹ تحلیل ہو کر V_+ کیٹ آین اور V_- این آین دیتا ہے تو اس کی محدود مولر ایصالیت کو مندرجہ ذیل مساوات سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$\Lambda^o_m = V_+\lambda^0_+ + V_-\lambda^0_- \quad (3.25)$$

یہاں λ^0_+ اور λ^0_- بالترتیب کیٹ آین اور این آین کی محدودی مولر ایصالیت ہیں۔ 298 K پر کچھ کیٹ آین اور این آینوں کے لیے λ^0 کی قدریں جدول 3.4 میں دی گئی ہیں۔

جدول 3.4: 298 K پر پانی میں کچھ آینوں کی محدودی مولر ایصالیت

$\lambda^0/(\text{S cm}^2 \text{ mol}^{-1})$	Ion	$\lambda^0/(\text{S cm}^2 \text{ mol}^{-1})$	Ion
199.1	OH^-	349.6	H^+
76.3	Cl^-	50.1	Na^+
78.1	Br^-	73.5	K^+
40.9	CH_3COO^-	119.0	Ca^{2+}
160.0	SO_4^{2-}	106.0	$Mg2^{2+}$

کمزور الیکٹرولائٹ

ایسٹک ایسڈ جیسے کمزور الیکٹرولائٹ کا اونچے ارتکاز پر درجۂ تحلیل (Degree of dissociation) کم ہوتا ہے۔ لہٰذا ایسے الیکٹرولائٹ کی Λ_m میں ڈائی لیوشن کے ساتھ تبدیلی درجۂ تحلیل میں اضافہ کی وجہ سے ہوتی ہے۔ نتیجتاً ایک مول الیکٹرولائٹ پر مشتمل محلول کے کل حجم میں آینوں کی تعداد بڑھ جاتی ہے۔ ان معاملات میں ڈائی لیوشن پر بالخصوص کم ارتکاز کے نزدیک Λ_m میں تیزی سے اضافہ ہوتا ہے (شکل 3.12)۔ لہٰذا Λ_m کو Λ_m کے

Extrapolation کے ذریعہ صفر ارتکاز تک حاصل نہیں کیا جاسکتا۔ لامتناہی ڈائی لیوشن (یعنی ارتکاز 0 $\rightarrow$ C) پر الیکٹرولائٹ مکمل طور سے تحلیل ہو جاتا ہے ($\alpha = 1$)۔ لیکن اتنے کم ارتکاز پر محلول کی ایصالیت بھی اتنی کم ہو جاتی ہے اس کی بالکل صحیح پیائش نہیں کی جا سکتی، لہٰذا کمزور الیکٹرولائٹ کے لئے Λ_m^o کو کولراؤش کے آینوں کے آزادانہ ہجرت کے کلیہ کا استعمال کرکے حاصل کیا جاسکتا ہے (مثال 3.8)۔ کسی بھی ارتکاز C پر اگر تحلیل کا درجہ α ہے تو اسے ارتکاز C پر مولر ایصالیت Λ_m اور محدودی مولر ایصالیت Λ_m^o کی نسبت کے قریب ترین مانا جاسکتا ہے۔ اس طرح

$$\alpha = \frac{\Lambda_m}{\Lambda_m^o} \qquad (3.26)$$

لیکن ہم جانتے ہیں کہ ایسیٹک ایسڈ (کلاس XI اکائی 7) جیسے کمزور الیکٹرولائٹ کے لیے

$$K_a = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{c\Lambda_m^2}{\Lambda_m^{o2}\left(1-\frac{\Lambda_m}{\Lambda_m^o}\right)} = \frac{c\Lambda_m^2}{\Lambda_m^o(\Lambda_m^o-\Lambda_m)} \qquad (3.27)$$

کولراؤش کلیہ کے استعمال (Applications of Kohlrausch Law)

آینوں کی آزادانہ ہجرت سے متعلق کولراؤش کلیہ کا استعمال کرکے کسی بھی الیکٹرولائٹ کے لیے انفرادی آینوں کے λ^o سے Λ_m^o کی تحسیب ممکن ہے۔ اس کے علاوہ کمزور الیکٹرولائٹ جیسے ایسیٹک ایسڈ کے لیے اس کے تحلیلی مستقلہ (Dissociation constant) کا تعین بھی ممکن ہے اگر ہمیں دیے ہوئے ارتکاز c پر Λ_m^o اور Λ_m معلوم ہیں۔

مثال 3.7 جدول 3.4 میں دیے گئے اعداد و شمار کی مدد سے $CaCl_2$ اور $MgSO_4$ کے لیے Λ_m^o کی تحسیب کیجیے۔

حل کولراؤش کلیہ سے ہمیں معلوم ہے کہ

$$\Lambda^o_{m(CaCl_2)} = \lambda^o_{Ca^{2+}} + 2\lambda^o_{Cl^-} = 119.0\ S\ cm^2\ mol^{-1} + 2(76.3)\ S\ cm^2\ mol^{-1}$$

$$= (119.0 + 152.6)\ S\ cm^2\ mol^{-1}$$

$$= 271.6\ S\ cm^2\ mol^{-1}$$

$$\Lambda^o_{m(MgSO_4)} = \lambda^o_{Mg^{2+}} + \lambda^o_{SO_4^{2-}} = 106.0\ S\ cm^2\ mol^{-1} + 160.0\ S\ cm^2\ mol^{-1}$$

$$= 266\ S\ cm^2\ mol^{-1}$$

مثال 3.8 NaCl، HCl اور NaAc کے لیے Λ_m^o کی قدر میں بالترتیب 126.4، 425.9 اور 91.0 S cm2 mol-1 ہیں۔ HAc کے لیے Λ^o کی تحسیب کیجیے۔

حل

$$\Lambda^o_{m(HAc)} = \lambda^o_{H^+} + \lambda^o_{Ac^-} = \lambda^o_{H^+} + \lambda^o_{Cl^-} + \lambda^o_{Ac^-} + \lambda^o_{Na^+} - \lambda^o_{Cl^-} - \lambda^o_{Na^+}$$

$$= \Lambda^o_{m(HCl)} + \Lambda^o_{m(NaAc)} - \Lambda^o_{m(NaCl)}$$

$$= (425.9 + 91.0 - 126.4)\ S\ cm^2\ mol^{-1}$$

$$= 390.5\ S\ cm^2\ mol^{-1}$$

مثال 3.9

0.001028 mol L-1 ایسیٹک ایسڈ کی ایصالیت 4.95 10-5 S cm-1 ہے۔ اگر ایسیٹک ایسڈ کے لیے A_m^o کی قدر 390.5 S cm2 mol-1 ہے تو اس کا تحلیلی مستقلہ معلوم کیجیے۔

حل

$$\Lambda_m = \frac{\kappa}{c} = \frac{4.95\times10^{-5}\,\text{S cm}^{-1}}{0.001028\,\text{mol L}^{-1}} \times \frac{1000\,\text{cm}^3}{\text{L}} = 48.15\ \text{S cm}^3\ \text{mol}^{-1}$$

$$\alpha = \frac{\kappa}{c} = \frac{4.95\times10^{-5}\,\text{S cm}^{-1}}{0.001028\,\text{mol L}^{-1}} \times \frac{1000\,\text{cm}^3}{\text{L}} = 0.1233$$

$$k = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{0.001028\,\text{mol L}^{-1}\times(0.1233)^2}{1-0.1233} = 1.78\ 10^{-5}\text{mol L}^{-1}$$

متن پر مبنی سوالات

3.7 ڈائی لیوشن کے ساتھ محلول کی ایصالیت کیوں گھٹتی ہے؟

3.8 پانی کے لیے Λ_m^o کی قدر معلوم کرنے کا طریقہ تجویز کیجیے۔

3.9 0.025 mol L^{-1} میتھا نک ایسڈ کی مولر ایصالیت 461.1 S cm² mol^{-1} ہے۔ درجۂ تحلیل اور تحلیلی مستقلہ معلوم کیجیے۔ دیا ہے $\lambda^0(H^+)$ 349.6 S cm^2 mol^{-1} اور $\lambda^0_{(HCOO^-)} = 54.6\ \text{S cm}^2\ \text{mol}^{-1}$

3.5 الیکٹرولائٹک سیل اور الیکٹرولسس (Electrolytic Cells and Electrolysis)

ایک الیکٹرولائٹک سیل میں کیمیائی تعامل کرانے کے لیے وولٹیج کا بیرونی ماخذ بروئے کار لایا جاتا ہے۔ کیمیائی صنعتوں اور تجربہ گاہ میں برق کیمیائی عملوں کی بہت اہمیت ہے۔ ایک سادہ الیکٹرولائٹک سیل میں تانبہ کی دو پٹیاں (Strips) کاپر سلفیٹ کے آبی محلول میں ڈوبی رہتی ہیں۔ اگر دونوں الیکٹروڈوں پر DC وولٹیج لگایا جاتا ہے تو Cu^{2+} آین کیتھوڈ پر ڈسچارج ہو جاتے ہیں اور مندرجہ ذیل تعامل ہوتا ہے۔

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s) \qquad (3.28)$$

کاپر دھات کیتھوڈ پر جمع ہو جاتی ہے۔ اینوڈ پر مندرجہ ذیل تعامل کے نتیجے میں کاپر Cu^{2+} آینوں میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

$$Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(s) + 2e^- \qquad (3.29)$$

اس طرح کاپر اینوڈ پر حل (تکسید) ہو جاتا ہے اور کیتھوڈ پر جمع (تحویل) ہو جاتی ہے۔ یہ اس صنعتی عمل کی بنیاد ہے جس کے ذریعہ غیر خالص کاپر کو بہت زیادہ خالص کاپر میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ غیر خالص کاپر کی اینوڈ بنائی جاتی ہے جو کہ کرنٹ گزارنے پر حل ہو جاتی ہے اور خالص کاپر کیتھوڈ پر جمع ہو جاتا ہے۔ Na، Mg، Al جیسی دھاتیں بڑے پیمانے پر ان کے متعلقہ کیٹ آینوں کے برق کیمیائی پروڈکشن کے ذریعے حاصل کی جاتی ہیں کیونکہ اس مقصد کے لیے کوئی مناسب تحویلی ایجنٹ دستیاب نہیں ہے۔

سوڈیم اور میگنیشیم دھاتوں کو ان کے گداخت شدہ کلورائڈوں (Fused chlorides) کی برق پاشیدگی (Electrolysis) کے ذریعے حاصل کیا جاتا ہے اور ایلومینیم کو کرایولائٹ کی موجودگی میں ایلومینیم آکسائڈ کی برق

پاشیدگی سے حاصل کیا جاتا ہے (کلس XII، اکائی 6)۔

الیکٹرولسس کا مقداری پہلو (Quantitative Aspects of Electrolysis)

مائکل فیراڈے وہ پہلا سائنس داں تھا جس نے الیکٹرولسس کے مقداری پہلو کا بیان کیا۔ فیراڈے نے اپنے نتائج کو 1833-34 میں شائع کیا جنھیں فیراڈے کے الیکٹرولسس کے کلیہ کے نام سے جانا جاتا ہے جو کہ مندرجہ ذیل ہیں۔

(i) پہلا کلیہ : کرنٹ کے ذریعے کسی بھی الیکٹروڈ پر ہونے والے کیمیائی تعامل کی مقدار الیکٹرولائٹ (محلول یا گداخت) سے گزرنے والے کرنٹ کی مقدار کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔

(ii) دوسرا کلیہ : الیکٹرولائٹک محلول سے گزرنے والے کرنٹ کی یکساں مقدار کے نتیجے میں خارج ہونے والی مختلف اشیا کی مقداریں ان کے Chemical equivalent weights (دھات کی ایٹمی کمیت کو کیٹ آینوں کی تحویل کرنے والے الیکٹرانوں کی تعداد سے تقسیم کرنے پر) کے متناسب ہوتی ہے۔

فیراڈے کے دور میں مستقل کرنٹ کا ذریعہ دستیاب نہیں تھا۔ ایک عام طریقہ یہ تھا کہ ایک کولومیٹر (Coulometer) (ایک معیاری الیکٹرولائٹک سیل) کا استعمال کرکے جمع ہونے والی یا خرچ ہونے والی دھات (عام طور سے کاپر یا سلور) کی مقدار سے کرنٹ کی مقدار کا تعین کیا جاتا ہے۔ کولومیٹر حالانکہ اب متروک ہو چکے ہیں اور اب ہمارے پاس مستقل کرنٹ (I) کا ذریعہ موجود ہے۔ گزرنے والی بجلی کی مقدار مندرجہ ذیل تعلق کی مدد سے معلوم کی جاسکتی ہے:

$$Q = It$$

Q کولمب میں ہے جبکہ I ایمپیر اور t سیکنڈ میں ہوں۔

تکسید یا تحویل کے لیے درکار بجلی (یا چارج) کی مقدار الیکٹروڈ تعامل کی تناسب پیمائی (Stoichometry) پر منحصر ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر مندرجہ ذیل تعامل

$$Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s) \quad (3.30)$$

میں ایک مول سلور آینوں کی تحویل کے لیے ایک مول الیکٹرانوں کی ضرورت ہوتی ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ ایک الیکٹران پر $1.6021 \times 10^{-19} c$ چارج ہوتا ہے۔

لہٰذا، ایک مول الیکٹرانوں پر کل چارج ہوگا:

$$N_A \times 1.6021 \times 10^{-19}\ C = 6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1} \times 1.6021 \times 10^{-19}$$

$$C = 96487\ C\ mol^{-1}$$

بجلی کی یہ مقدار فیراڈے (Faraday) کہلاتی ہے اور اسے علامت F سے ظاہر کرتے ہیں۔ لگ بھگ تحسیب کے لیے ہم $1\ F \simeq 96500\ C\ mol^{-1}$ کا استعمال کرتے ہیں الیکٹروڈ تعاملات

$$Mg^{2+}(l) + 2e^{-} \rightarrow Mg(s) \quad (3.31)$$

$$Al^{3+}(l) + 3e^{-} \rightarrow Al(s) \quad (3.32)$$

کے لیے یہ واضح ہے کہ ایک مول Mg^{2+} اور Al^{3+} کے لیے ہمیں بالترتیب 2 مول الیکٹران (2F)، 3 مول الیکٹران (3F) درکار ہوں گے۔ الیکٹرولسس کے دوران الیکٹرولائٹک سیل میں گزرنے والا چارج کرنٹ

(ایمپیر میں) اور وقت (سیکنڈ میں) کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔ صنعتی پیمانے پر دھاتوں کی پیداوار میں 50,000 ایمپیر تک کے کرنٹ کا استعمال کیا جاتا ہے جو کہ 0.518 F فی سیکنڈ کے مساوی ہے۔

مثال 3.10

$CuSO_4$ کے محلول کا 1.5 A کرنٹ کی مدد سے 10 منٹ تک الیکٹرولِسس کیا گیا۔ کیتھوڈ پر جمع ہونے والے کاپر کی کمیت معلوم کیجیے۔

حل

$t = 600$ s چارج = کرنٹ × وقت = 1.5 A × 600 S = 900 C

تعامل

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- = Cu(s)$$

کے مطابق 1 مول یا 63 گرام Cu کو جمع کرنے کے لیے ہمیں 2F یا 96487 × 2 درکار ہوں گے۔

900 C کے لیے جمع ہونے والے کاپر کی کمیت

$$= (63\ g\ mol^{-1} \times 900\ C)/(2 \times 96487\ C\ mol^{-1}) = 0.2938\ g$$

3.5.1 الیکٹرولِسس کے ماحصلات (Products of Electrolysis)

الیکٹرولِسس ماحصلات کا انحصار الیکٹروڈ کی قسم اور اس شے کی فطرت پر ہوتا ہے جس کا الیکٹرولِسس کیا جاتا ہے۔ اگر الیکٹروڈ وغیرہ عامل (Inert) ہے (یعنی پلیٹینم یا گولڈ کی) تو یہ کیمیائی تعامل میں حصہ نہیں لیتی اور الیکٹرانوں کے لیے صرف ماٰخذ یا سنک (Sink) کے طور پر کام کرتی ہے۔ اس کے برعکس اگر الیکٹروڈ تعامل پذیر ہے تو یہ الیکٹروڈ تعامل میں حصہ لیتی ہے۔ اس لیے الیکٹرولِسس کے ماحصلات تعامل پذیر اور غیر عامل الیکٹروڈ کے لیے مختلف ہوتے ہیں۔ الیکٹرولِسس کے ماحصلات کا انحصار الیکٹرولائٹک سیل میں موجود تکسیدی اور تحویلی اسپشیز اور ان کے معیاری الیکٹروڈ مضمر پر ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ کچھ برقی کیمیائی عمل حالانکہ ممکن ہیں لیکن اتنے سست ہوتے ہیں کہ کم وولٹیج پر انجام پذیر ہوتے ہوئے نظر نہیں آتے اور اضافی وولٹیج (Overpotential) درکار ہوتا ہے۔ جو کہ ان عملوں کے واقع ہونے کو اور مشکل بنا دیتا ہے۔

مثال کے طور پر اگر ہم پگھلے ہوئے NaCl کا استعمال کرتے ہیں تو الیکٹرولِسس کے ماحصلات سوڈیم دھات اور Cl_2 گیس ہوں گے۔ یہاں پر ہمارے پاس صرف ایک کیٹ آین (Na^+) ہے جس کیتھوڈ پر تحویل ہو جاتی ہے ($Na^+ + e^- \rightarrow Na$) اور ایک این آین ($Cl^-$) ہے جس کی اینوڈ پر تکسید ہو جاتی ہے $\left(Cl \rightarrow \frac{1}{2}Cl_2e^-\right)$ آبی سوڈیم کلورائڈ کے الیکٹرولِسس کے دوران پیدا ہونے والے ماحصلات NaOH، Cl_2 اور H_2 آین نیز محلل H_2O کے سالمات بھی موجود ہوتے ہیں۔

کیتھوڈ پر مندرجہ ذیل تحویل تعاملات کے مابین مسابقت ہوتی ہے:

$$NaH^+(aq) + e^- \rightarrow Na(s) \qquad E_{(Cell)} = -2.71V$$

$$H^+(aq) + e^- \rightarrow \frac{1}{2}H_2(g) \qquad E_{(Cell)} - 0.00V$$

کیونکہ زیادہ $E^\ominus$ والے تعامل کو فوقیت حاصل ہے لہٰذا کیتھوڈ پر مندرجہ ذیل تعامل ہوتا ہے۔

(3.33) $$H^+(aq) + e^- \rightarrow \frac{1}{2}H_2(g)$$

لیکن H_2O کی تحلیل کے نتیجے میں $H^+(aq)$ پیدا ہوتے ہیں۔

(3.34) $$H_2O(l) \rightarrow H^+(aq) + OH^-(aq)$$

اس طرح کیتھوڈ پر ہونے والا نیٹ تعامل (3.33) اور (3.34) کے حاصل جمع کے طور پر لکھا جا سکتا ہے۔

(3.35) $$H_2O(l) + e^- \rightarrow \frac{1}{2}H_2(g) + OH^-$$

اینوڈ پر مندرجہ ذیل تکسیدی تعاملات ممکن ہیں۔

(3.36) $$Cl^-(aq) \rightarrow \frac{1}{2}Cl_2(g) + e^- \qquad E_{(cell)} = 1.36\ V$$

(3.37) $$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) \qquad E_{(cell)} = 1.23\ V$$

یہاں کم $E^\ominus$ والے تعامل کو فوقیت حاصل ہے اس لیے پانی کی تکسید کو $Cl^-(aq)$ پر سبق حاصل ہونی چاہیے۔ تاہم آکسیجن کے زائد مضمر (Overpotential) کی وجہ سے تعامل (3.36) کو سبقت حاصل ہے۔ اس طرح نیٹ تعامل مندرجہ ذیل ہوگا۔

$$NaCl(aq) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$

کیتھوڈ : $$H_2O(l) + e^- \rightarrow \frac{1}{2}H_2(g) + OH^-(aq)$$

اینوڈ : $$Cl^-(aq) \rightarrow \frac{1}{2}Cl_2(g) + e^-$$

نیٹ تعامل

$$NaCl(aq) + H_2O(1) \rightarrow Na^+(aq) + CH^-(aq) + ½H_2(g) + ½Cl_2(g)$$

ارتکاز کے اثرات کی وجہ سے معیاری الیکٹروڈ مضمر کی جگہ نیرنسٹ مساوات (Eq 3.8) میں دیے گئے الیکٹروڈ مضمر کا استعمال کیا جاتا ہے۔ سلفیورک ایسڈ کے الیکٹرولسس کے دوران اینوڈ پر مندرجہ ذیل تعامل ممکن ہے۔

(3.38) $$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \qquad E_{(cell)} = +1.23\ V$$

(3.39) $$2SO_4^{2-}(aq) \rightarrow S_2O_8^{2-}(aq) + 2e^- \qquad E_{(cell)} = 1.96\ V$$

ڈائی لیوٹ سلفیورک ایسڈ کے لیے تعامل (3.38) کو سبقت حاصل ہے لیکن H_2SO_4 کے اونچے ارتکاز پر تعامل (3 39) کو سبقت حاصل ہوگی ۔

متن پر مبنی سوالات

3.10 اگر کسی دھاتی تار میں 0.5 ایمپیر کا کرنٹ 2 گھنٹے تک گزرتا ہے تو تار میں گزرنے والے الیکٹرانوں کی تعداد معلوم کیجیے؟

3.11 ان دھاتوں کی فہرست تجویز کیجیے جنھیں الیکٹرولائنگ طریقے سے حاصل کیا جاتا ہے۔

3.12 تعامل $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow Cr^{3+} + 8H_2O$ پر غور کیجیے۔

ایک مول $Cr_2O_7^{2-}$ کی تحویل کے لیے کتنی بجلی (کولمب میں) درکار ہوگی؟

3.6 بیٹریاں (Batteries)

کوئی بھی بیٹری (دراصل اس میں ایک یا زیادہ سیل سلسلہ وار منسلک ہوتے ہیں) یا سیل جس کا استعمال ہم برقی توانائی کے ماخذ کے طور پر کرتے ہیں، بنیادی طور پر ایک گیلوانیک سیل ہے جس میں ریڈاکس تعامل کی کیمیائی توانائی برقی توانائی میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ بیٹری کے عملی استعمال کے لیے اسے ہلکا Compact ہونا چاہیے۔ نیز اسے استعمال کرتے وقت اس کے وولٹیج میں زیادہ تبدیلی نہیں آنی چاہیے۔ بیٹریاں عام طور سے دو قسم کی ہوتی ہیں۔

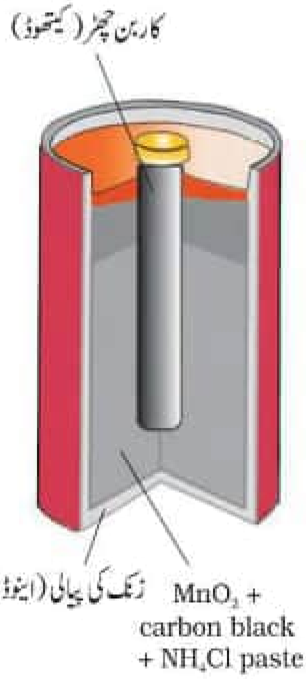
3.6.1 پرائمری بیٹریاں (Primary Bateries)

پرائمری بیٹریوں میں تعامل صرف ایک مرتبہ ہوتا ہے اور کچھ وقت تک استعمال ہونے کے بعد بیٹری کام کرنا بند کر دیتی ہے اور اسے دوبارہ استعمال میں نہیں لایا جا سکتا اس بیٹری کی سب سے عام مثال خشک سیل ہے (اس کے موجد کے نام پر اسے لیکانشے سیل کے نام سے جانا جاتا ہے) جس کا استعمال عام طور سے ٹرانسسٹر اور گھڑیوں میں کیا جاتا ہے۔ سیل ایک زنک کے برتن پر مشتمل ہوتا ہے جو کہ اینوڈ کی طرح کام کرتا ہے۔ کاربن گریفائٹ کی چھڑ جو کہ کاربن اور مینگنیز ڈائی آکسائڈ کے پاؤڈر سے گھری رہتی ہے کیتھوڈ کے طور پر کام کرتی ہے (شکل 3.8)۔ الیکٹروڈوں کے درمیان کی جگہ میں امونیم کلورائڈ (NH_4Cl) اور زنک کلورائڈ $(ZnCl_2)$ کا مرطوب پیسٹ بھرا رہتا ہے۔ الیکٹروڈ تعاملات حالانکہ پیچیدہ ہیں لیکن تقریباً مندرجہ ذیل طریقے سے لکھے جا سکتے ہیں۔

اینوڈ : $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

کیتھوڈ: $MnO_2 + NH_4^+ = e^- \rightarrow MnO(OH) + NH_3$

کیتھوڈ پر ہونے والے تعامل میں مینگنیز کی 4+ تکسیدی حالت سے 3+ حالت میں تحویل ہو جاتی ہے۔ تعامل میں پیدا ہونے والی امونیا Zn^{2+} کے ساتھ کمپلکس $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ بناتی ہے۔ سیل کا مضمر تقریباً 1.5 V ہوتا ہے۔



شکل 3.8 :تجارتی خشک سیل زنک کے برتن میں گریفائٹ (کاربن) کیتھوڈ پر مشتمل ہوتا ہے۔ برتن اینوڈ کا کام کرتا ہے

مرکری سیل (شکل 3.9) جو کہ گھڑی سمعی، مدد (Hearing aids) جیسے کم کرنٹ کا استعمال کرنے والے آلات کے لیے موزوں ہیں، زنک-مرکری املگم کے اینوڈ اور HgO اور کاربن پیسٹ کے کیتھوڈ پر مشتمل ہوتے ہیں۔ KOH اور ZnO کا پیسٹ بطور الیکٹرولائٹ استعمال ہوتا ہے۔ سیل کے الیکٹروڈ تعاملات درج ذیل ہیں۔

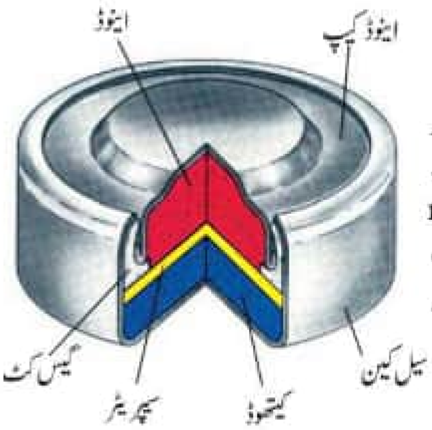
اینوڈ: $Zn(Hg) + 2OH^- \rightarrow ZnO(s) + H_2O + 2e^-$

کیتھوڈ: $HgO + H_2O + 2e^- \rightarrow Hg(z) + 2OH^-$

کل تعامل مندرجہ ذیل ہے:

$Zn(Hg) + HgO(s) \rightarrow ZnO(s) + Hg(l)$

سیل کا مضمر تقریباً 1.35 V ہوتا ہے اور سیل کے کام کرنے کی پوری مدت میں مستقل رہتا ہے کیونکہ مکمل تعامل میں کوئی بھی آین محلول کی شکل میں نہیں ہے جس سے اس کا ارتکاز سیل کے کام کرنے کے دوران تبدیل ہو سکے۔



شکل 3.9: مرکری سیل عام طور پر استعمال ہوتا ہے۔ reducing agent اور oxidising agent مرکری (ii) آکسائڈ ہے۔

3.6.2 سیکنڈری بیٹریاں (Secondary Batteries)

سیکنڈری بیٹری کو استعمال کے بعد مخالف سمت میں کرنٹ گزار کر دوبارہ چارج کر کے پھر سے استعمال میں لایا جا سکتا ہے۔ ایک اچھا سیکنڈری سیل متعدد مرتبہ ڈسچارجنگ اور چارجنگ سائیکل سے گزر سکتا ہے۔ سب سے اہم سیکنڈری سیل لیڈ ذخیرہ بیٹری (Lead storage battery) ہے (شکل 3.10) جن کا استعمال عام طور سے آٹوموبائل اور انورٹر میں کیا جاتا ہے۔ یہ لیڈ اینوڈ اور لیڈ آکسائڈ (PbO_2) سے بھرے ہوئے لیڈ گرڈ (Lead grid) کے کیتھوڈ پر مشتمل ہوتی ہے۔ 38% سلفیورک ایسڈ کا محلول الیکٹرولائٹ کے طور پر کام کرتا ہے۔ جب بیٹری استعمال میں ہوتی ہے تو مندرجہ ذیل تعاملات ہوتے ہیں۔

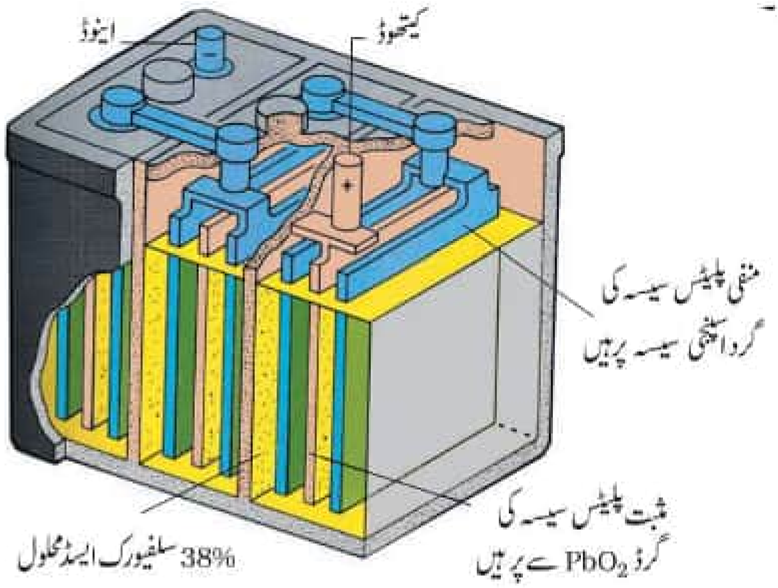
اینوڈ : $Pb(s) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4(s) - 2e$

کیتھوڈ : $PbO_2(s) + SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$

اس طرح کیتھوڈ اور اینوڈ تعاملات کو ملا کر مکمل سیل تعامل مندرجہ ذیل ہے:

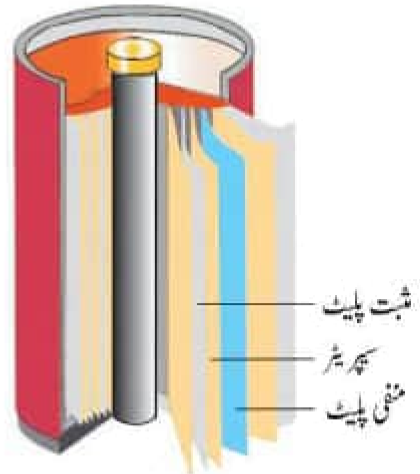
$$Pb(s) + PbO_2(s) + 2H_2SO_4(aq) \rightarrow 2PbSO_4SO_4(s) + 2H_2O(l)$$

بیٹری کو چارج کرنے کے دوران تعامل الٹ جاتا ہے نیز اینوڈ اور کیتھوڈ بالترتیب Pb اور PbO_2 میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔



شکل 3.10: لیڈ ذخیرہ بیٹری

نکل-کیڈمیم سیل ایک اور اہم سیکنڈری سیل ہے (شکل 3.11)۔ جس کے کام کرنے کی مدت لیڈ ذخیرہ بیٹری کے مقابلے زیادہ ہے لیکن اسے بنانے میں خرچ زیادہ آتا ہے۔ ہم سیل کے کام کرنے کے طریقے نیز چارجنگ اور ڈسچارجنگ کے دوران الیکٹروڈ تعاملات کی تفصیل میں نہیں جائیں گے۔ ڈسچارج کے دوران کل تعامل مندرجہ ذیل ہے:

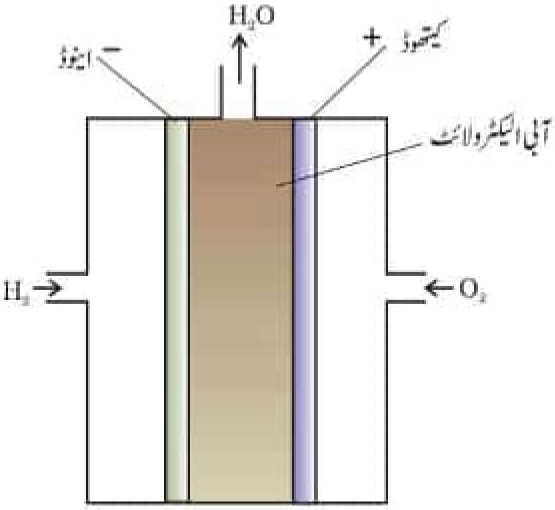


شکل 3.11: دوبارہ چارج ہوجانے والا نکل۔ کیڈمیم سیل جو کہ جیلی رول انتظام کے اندر ہے اور رطوب سوڈیم یا پوٹاشیم ہائڈرو کسائڈ میں بھیگی ہوئی سطح کے ذریعہ علیحدہ رہتی ہے۔

$$Cd(s) + 2Ni(OH)_3(s) \rightarrow CdO(s) + 2Ni(OH)_2(s) + H_2O(l)$$

3.7 ایندھن سیل
(Fuel Cells)

تھرمل پلانٹ سے بجلی پیدا کرنے کا طریقہ بہت زیادہ کارگر نہیں ہے اور یہ آلودگی کا ایک بڑا ذریعہ ہے۔ اس قسم کے پلانٹ میں فوسل ایندھنوں (کوئلہ، گیس یا تیل) کی کیمیائی توانائی (احتراق کی حرارت) کا استعمال پہلے پانی کو اونچے دباؤ کی بھاپ میں تبدیل کرنے میں کیا جاتا ہے اور پھر اس کا استعمال ٹربائن کو گھما کر بجلی پیدا کرنے میں کیا جاتا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ گیلوینک سیل کیمیائی توانائی کو سیدھے ہی برقی توانائی میں تبدیل کر دیتا ہے اور یہ زیادہ کارگر بھی ہے۔ اب ایسے سیل بنانا ممکن ہے جن میں متعاملوں (Reactants) کو مسلسل الیکٹروڈوں پر فراہم کرا کر ماحصلات کو الیکٹرولائٹ کمپارٹمنٹ سے مسلسل طور پر ہٹایا جاتا ہے۔ ایسے گیلوینک سیل جن میں ہائڈروجن، میتھین، میتھنال وغیرہ ایندھنوں کی حرارت احتراق کو سیدھے ہی برقی توانائی میں تبدیل کر دیا جاتا ہے ایندھن سیل (Fuel cell) کہلاتے ہیں۔



شکل 3.12 : ایندھن سیل جو کہ H_2 اور O_2 کا استعمال کر کے بجلی پیدا کرتے ہیں

سب سے کامیاب ایندھن سیل میں ہائڈروجن اور آکسیجن کا استعمال کر کے پانی بنانے کے تعامل کا استعمال کیا جاتا ہے (شکل 3.12)۔ اس سیل کا استعمال اپولو اسپیس پروگرام میں برقی پاور فراہم کرنے کے لیے کیا گیا تھا۔ اس تعامل کے دوران پیدا ہونے والے پانی کے بخارات کی تکثیف کر کے اس کا استعمال خلائی مسافروں کے لیے پینے کے پانی کے طور پر کیا گیا۔ سیل میں ہائڈروجن اور آکسیجن گیسوں کو مسام دار کاربن الیکٹروڈوں سے ہو کر مرتکز آبی سوڈیم ہائڈروکسائڈ محلول میں گزارا جاتا ہے۔ الیکٹروڈ تعامل کی شرح میں اضافہ کرنے کے لیے پلیٹینم کا باریک پاؤڈر یا پیلیڈیم دھات جیسے تماسی عاملوں (Catalysts) کو الیکٹروڈوں میں شامل کیا جاتا ہے۔ الیکٹروڈ تعاملات ذیل میں دیے گئے ہیں:

کیتھوڈ: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

اینوڈ: $2H_2(g) + 4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(l) + 4e^-$

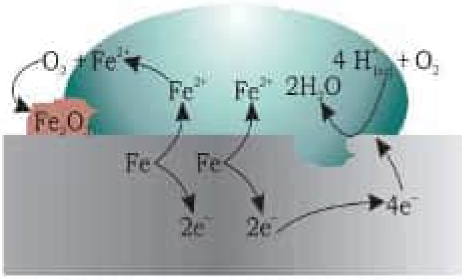
کل تعامل مندرجہ ذیل ہے:

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$$

جب تک متعامل کی سپلائی جاری رہتی ہے سیل مسلسل کام کرتا رہتا ہے۔ ایندھن سیل 70% کارکردگی کے ساتھ بجلی پیدا کرتے ہیں جبکہ تھرمل پلانٹ کی کارکردگی صرف 40% ہی ہوتی ہے۔ ایندھن سیلوں کی کارکردگی میں اضافہ کرنے کے لیے نئے الیکٹروڈ مادوں، بہتر تماسی عامل اور الیکٹرولائٹ کی ترقی میں بہت تیزی سے اضافہ ہوا ہے۔ تجربہ کے طور پر ان کا استعمال آٹوموبائل میں کیا گیا ہے۔ ایندھن سیل آلودگی سے مبرا ہیں اور مستقبل میں ان کی اہمیت کو دیکھتے ہوئے کئی قسم کے ایندھن سیلوں کو بنا کر ان کا تجربہ کیا گیا ہے۔

3.8 تاکل (Corrosion)

تاکل کے دوران دھاتوں کی سطح پر آکسائڈ یا دھات کے کسی نمک کی پرت آہستہ آہستہ جمع ہوتی رہتی ہے۔ لوہے پر زنگ لگنا، چاندی کا سیاہ پڑجانا، تانبہ اور کانسہ پر ہرے رنگ کی پرت کا جمع ہونا تاکل کی کچھ مثالیں ہیں۔ یہ عمارتوں، پلوں، جہازوں اور دھاتوں سے بنی سبھی چیزوں بالخصوص لوہے سے بنی چیزوں کو بہت زیادہ نقصان پہنچاتا ہے۔ تاکل کی وجہ سے ہمیں ہر سال کروڑوں روپیہ کا نقصان ہوتا ہے۔



تکسید $Fe\,(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$

تحویل $O_2(g) + 4H + (aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$

ماحولیاتی تکسید

$2Fe^{2+}(aq) + 2H_2O(l) + ½O2(g) \rightarrow Fe_2O_3(s) + 4H+(aq)$

شکل 3.13: کرہ باد میں لوھے میں تاکل

تاکل میں، دھات آکسیجن کو الیکٹران دے کر تکسید ہو جاتی ہے اور آکسائڈ بنتا ہے۔ لوہے پر زنگ پانی اور ہوا کی موجودگی میں لگتا ہے۔ تاکل کی کیمیا کافی پیچیدہ ہے لیکن اسے ایک برق کیمیائی عمل تصور کیا جاسکتا ہے۔ لوہے سے بنی چیز کو جب کسی مخصوص جگہ پر رکھا جاتا ہے تو تکسید کا عمل ہوتا ہے اور وہ جگہ اینوڈ کے وطر پر کام کرتی ہے۔ تعامل کو ہم مندرجہ ذیل طریقے سے لکھ سکتے ہیں:

اینوڈ $2Fe(s) \rightarrow 2Fe^{2+} + 4e \quad E_{(Fe^{2+}/Fe)} = -0.44\,V$

اینوڈی جگہ پر خارج ہونے والے الیکٹران دھات بنے ہوئے دھات پر دوسری جگہ پہنچتے ہیں اور وہاں پر H^+ (جو کہ CO_2 کے پانی میں گھلنے سے بنے H_2CO_3 سے حاصل ہوتے ہیں۔ ہائڈروجن آین کرہ باد میں موجود دیگر تیزابی آکسائڈوں کے گھلنے سے بھی پانی میں دستیاب ہو جاتے ہیں) کی موجوگی میں آکسیجن کی تحویل ہوتی ہے۔ یہ جگہ کیتھوڈ کے طور پر کام کرتا ہے۔

کیتھوڈ : $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l) = 1.23\,V\,E_{H^+|O_2|H_2O}$

کل تعامل مندرجہ ذیل ہے:

$$2Fe(s) + O_2(g) + 4H^+(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + 2H_2O(l) - E_{(cell)} = 1.67\,V$$

فیرس آین کرہ باد کی آکسیجن کے ذریعے فیرک آینوں میں تکسید ہو جاتے ہیں جو کہ آبی فیرک آکسائڈ $(Fe_2O_3.x\,H_2O)$ کی شکل میں زنگ کے طور پر نظر آتے ہیں اور مزید ہائڈروجن آین پیدا ہوتے ہیں۔

تاکل سے بچاؤ بہت زیادہ اہم ہے۔ اس سے نہ صرف روپیہ پیسے کی بچت ہوتی ہے بلکہ پلوں کے ٹوٹنے یا تاکل کی وجہ سے کسی اہم جزو کے کام نہ کرنے کی صورت میں ہونے والے حادثات کو روکنے میں بھی مدد ملتی ہے۔ تاکل کو روکنے کا سب سے آسان طریقہ یہ ہے کہ دھاتی سطح کو کرہ باد کے رابطہ سے باز رکھا جائے۔ یہ کام دھاتی سطح پر روغن کرکے یا دیگر کیمیائی اشیا (جیسے بسفینال) کا لیپ کرکے کیا جاسکتا ہے۔ دوسرا طریقہ یہ ہے کہ دھاتی سطح کو ایسی دھاتوں (Sn, Zn) سے ڈھک دیا جاتا ہے جو کہ غیر عامل ہوں یا شے کی حفاظت کے لیے اس سے تعامل کرلیں۔ برق کیمیائی طریقے میں دیگر دھات (جیسے Mg، Zn وغیرہ) کا الیکٹروڈ فراہم کیا جاتا ہے جو خود تاکل کا شکار ہو کر شے کی حفاظت کرتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

3.13 ری چارجنگ کے دوران ملوث سبھی اشیا کا خاص طور سے ذکر کرتے ہوئے لیڈ ذخیرہ سیل کی ری چارجنگ کیمسٹری لکھیے۔

3.14 ہائڈروجن کے علاوہ دو ایسی اشیا کے نام بتایئے جن کا استعمال ایندھن سیلوں میں ایندھن کے طور پر کیا جاسکتا ہے۔

3.15 تشریح کیجیے کہ لوہے پر زنگ لگنا کس طرح ایک برق کیمیائی سیل کی تشکیل کرتا ہے۔

ہائڈروجن معیشت *(The Hydrogen Economy)*

موجودہ دور میں ہماری معیشت کو چلانے والا توانائی کا اہم ذریعہ فوسل ایندھن ہیں جیسے کوئلہ، تیل اور گیس۔ جیسے جیسے سیارہ پر لوگ اپنے طرز زندگی میں سدھار لانا چاہتے ہیں ان کی توانائی کی ضروریات میں بھی اضافہ ہوگا۔ دراصل توانائی کافی کس استعمال ترقی کی پیائش تصور کیا جاتا ہے۔ بلاشک وشبہ یہ مانا جاتا ہے کہ توانائی کا استعمال پیداواری مقاصد کے لیے کیا جاتا ہے اور اس کا زیاں نہیں ہوتا۔ ہمیں پہلے ہی یہ معلوم ہے کہ فوسل ایندھنوں کے احتراق کے نتیجے میں کاربن ڈائی آکسائڈ پیدا ہوتی ہے اور سبز گھر اثر کا باعث بنتی ہے۔ اس کی وجہ سے سطح زمین کا درجۂ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے جو کہ قطبی برف کے پگھلنے اور سمندر کی سطح میں اضافہ کا سبب ہے۔ اس کی وجہ سے ساحل کے نزدیک نچلے علاقوں میں سیلاب کا خطرہ ہے اور کچھ جزیرے جیسے مالدیپ کے تو مکمل طور پر ڈوبنے کا خطرہ ہے۔ اس قسم کی آفت سے بچنے کے لیے ہمیں کاربن پر مشتمل ایندھنوں کے استعمال کو محدود کرنے کی ضرورت ہے۔ ہائڈروجن اس کا مثالی متبادل ہے کیونکہ اس کے احتراق سے صرف پانی حاصل ہوتا ہے شمسی توانائی کا استعمال کرکے پانی سے ہائڈروجن کو حاصل کیا جاسکتا ہے۔ لہٰذا ہائڈروجن کا استعمال ایک قابل تجدید اور غیر آلودہ توانائی کے ذریعہ کے طور پر کیا جاسکتا ہے۔ ہائڈروجن معیشت کا یہی تصور ہے۔ پانی کی برق پاشیدگی (Electrolysis) سے ہائڈروجن کی پیداوار اور ایندھن سیل میں ہائڈروجن کا احتراق دونوں ہی مستقبل میں اہم ہوں گے۔ یہ دونوں ہی تکنیکیں برق کیمیائی اصولوں پر مبنی ہیں۔

خلاصہ

برق کیمیائی سیل میں دو دھاتی الیکٹروڈ ہوتے ہیں جو کہ ایک الیکٹرولائٹک محلول میں ڈوبے رہتے ہیں۔ اس طرح برق کیمیائی سیل کا اہم جزو آئنی موصل یا الیکٹرولائٹ ہے۔ برق کیمیائی سیل دو قسم کے ہوتے ہیں۔ گیلوینک سیل میں از خود ریڈاکس تعامل کی کیمیائی توانائی برقی کام میں تبدیل ہوتی ہے جبکہ الیکٹرولائٹک سیل میں برقی توانائی کا استعمال غیر از خود ریڈاکس تعامل کی انجام دہی کے لیے کیا جاتا ہے۔ کسی مناسب محلول میں ڈوبے ہوئے الیکٹروڈ کے معیاری الیکٹروڈ مضمر کی تعریف ہائڈروجن الیکٹروڈ کے معیاری الیکٹروڈ مضمر کو صفر مانتے ہوئے اس کی نسبت سے کی جاتی ہے۔ سیل کا معیاری مضمر کیتھوڈ اور اینوڈ کے معیاری مضمر کا فرق معلوم کرکے حاصل کیا جاسکتا ہے۔

$$E_{(cell)} = E_{(cathode)} - E_{(anode)}$$

سیل کا معیاری مضمر سیل میں ہونے والے تعامل کی معیاری گبس توانائی ($\Delta_r G = -nFE_{(cell)}$) اور توازن مستقلہ Rt Ink ($\Delta_r G = -$) سے متعلق ہوتا ہے۔ الیکٹروڈ اور سیلوں کے مضمر کا ارتکاز پر انحصار نیرنسٹ مساوات کے ذریعہ پیش کیا جاتا ہے۔

ایک الیکٹرولائٹک محلول کی ایصالیت (Conductivity)، K کا انحصار الیکٹرولائٹ کے ارتکاز، محلّل کی فطرت اور درجۂ حرارت پر ہوتا ہے۔ مولر ایصالیت (Molar conductivity) Λ_m کی تعریف $\Lambda_m = \kappa / c$ کے ذریعہ بیان کی جاتی ہے جہاں c ارتکاز ہے۔ ارتکاز میں کمی ہونے پر ایصالیت میں کمی آتی ہے لیکن مول ایصالیت میں اضافہ ہوتا ہے۔ طاقتور الیکٹرولائٹ کے لیے اس میں ارتکاز میں کمی کے ساتھ آہستہ آہستہ اضافہ ہوتا ہے۔ جبکہ ڈائی لیوٹ محلولوں میں کمزور الیکٹرولائٹ کے لیے یہ اضافہ بہت تیزی سے ہوتا ہے۔ کولراوش نے پایا کہ کسی الیکٹرولائٹ کے لیے لامتناہی ڈائی لیوشن پر مولر ایصالیت ان آئنوں کی مولر ایصالیت کے حاصل جمع کے مساوی ہوتی ہے جن آئنوں میں یہ تحلیل ہوتا

ہے۔ اسے آینوں کی آزادانہ ہجرت کا کلیہ کہتے ہیں اور اس کے کئی استعمال ہیں۔ برق کیمیائی سیل میں محلول میں بجلی کا ایصال آینوں کے ذریعے ہوتا ہے لیکن آینوں کی تکسید اور تحویل الیکٹروڈوں پر ہوتی ہے۔ بیٹریاں اور ایندھن سیل (Fuel cell) گیلونیک سیل کی نہایت اہم شکلیں ہیں۔ دھاتوں میں تاکل لازمی طور سے ایک برق کیمیائی منظر ہے۔ برق کیمیائی اصول ہائڈروجن معیشت سے متعلق ہیں۔

مشقیں

3.1 مندرجہ ذیل دھاتوں کو اس ترتیب میں لکھیے جس میں وہ ایک دوسرے کو اپنے نمک محلولوں سے ہٹاتی ہیں: Al, Cu, Fe, Mg, Zn

3.2 ذیل میں معیاری الیکٹروڈ مضمر دیے گئے ہیں:

$K^+/K = -2.93\ V,\ Ag^+/Ag = 0.80\ V$

$Hg^{2+}/Hg = 0.79\ V$

$Mg^{2+}/Mg = -2.37\ V,\ Cr^{3+}/Cr = -0.74\ V$

ان دھاتوں کو ان کی تحویلی قوت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے۔

3.3 اس گیلونیک سیل کو بیان کیجیے جس میں مندرجہ ذیل تعامل ہوتا ہے:

$Zn(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

مزید یہ بھی دکھائیے کہ

(i) کس الیکٹروڈ پر منفی چارج ہے؟ (ii) سیل میں کرنٹ لے جانے والے

(iii) ہر ایک کیتھوڈ پر ذاتی عمل

3.4 اس گیلونیک سیل کا معیاری سیل مضمر معلوم کیجیے جس میں مندرجہ ذیل تعاملات ہوتے ہیں:

(i) $2Cr(s) + 3Cd^{2+}(aq) \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3Cd$

(ii) $Fe^{2+}(aq) + Ag^+(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + Ag(s)$

تعاملات کے لیے $\Delta_r G^\ominus$ اور توازن مستقلہ معلوم کیجیے۔

3.5 298 K پر مندرجہ ذیل سیلوں کے لیے emf اور نیرنسٹ تعامل کیجیے۔

(i) $Mg(s)|Mg^{2+}(0.001M)||Cu^{2+}(0.0001\ M)|Cu(s)$

(ii) $Fe(s)|Fe^{2+}(0.001M)||H^+(1M)|H_2(g)(1bar)|\ Pt(s)$

(iii) $Sn(s)|Sn^{2+}(0.050\ M)||H^+(0.020\ M)|H_2(g)\ (1\ bar)|Pt(s)$

(iv) $Pt(s)|Br_2(l)|Br^-(0.010\ M)||H^+(0.030\ M)|\ H_2(g)\ (1\ bar)|Pt(s).$

3.6 گھڑیوں اور دیگر آلات میں استعمال ہونے والے بٹن سیلوں میں مندرجہ ذیل تعامل ہوتا ہے۔

$Zn(s) + Ag_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s) + 2OH^-(aq)$

تعامل کے لیے $\Delta_r G^\ominus$ اور $E^\ominus$ کا تعین کیجیے۔

3.7 ایک الیکٹرولائٹ کے محلول کے لیے ایصالیت اور مولر ایصالیت کی تعریف بیان کیجیے ان میں ارتکاز کے ساتھ ہونے والی تبدیلی پر بحث کیجیے۔

3.8 298 K پر 0.20 M پوٹاشیم کلورائڈ محلول کی ایصالیت $0.0248\ S\ cm^{-1}$ ہے۔ اس کی مولر ایصالیت معلوم کیجیے۔

3.9 298 K پر 0.001 M KCl پر مشتمل ایصالیت سیل کی مزاحمت 1500 Ω ہے۔ سیل مستقلہ کیا ہوگا اگر 0.001 M KCl محلول کی ایصالیت 298 K پر $0.146 \times 16^{-3}\ S\ cm^{-1}$ ہے۔

3.10 298 K پر سوڈیم کلورائڈ کی ایصالیت کو مختلف ارتکاز پر متعین کیا گیا۔ نتائج ذیل میں دیے گئے ہیں:

ارتکاز/M	0.001	0.010	0.20	0.050	0.100
$10^2\kappa/Sm^{-1}$	1.237	11.85	23.15	55.53	106.74

سبھی ارتکاز کے لیے Λ_m کی تحسیب کیجئے نیز Λ_m اور $c^{½}$ کے درمیان گراف کھینچیے۔ Λ_m^o کی قدر بھی معلوم کیجئے۔

3.11 0.00241 M ایسیٹک ایسڈ کی ایصالیت $7.896 \times 10^{-5}\ S\ cm^{-1}$ ہے۔ اس کی مولر ایصالیت معلوم کیجئے۔ اگر ایسیٹک ایسڈ کے لیے Λ_m^o کی قدر $390.5\ S\ cm^2\ mol^{-1}$ ہے تو اس کا تحلیلی مستقلہ معلوم کیجئے۔

3.12 مندرجہ ذیل تحویلی عملوں کے لیے کتنا چارج درکار ہوگا؟

(i) ایک مول Al^{3+} کی Al میں

(ii) ایک مول Cu^{2+} کی Cu میں

(iii) ایک مول MnO_4^- کی M_n^{2+} میں

3.13 مندرجہ ذیل ہر ایک کو حاصل کرنے کے لیے کتنے فیراڈے بجلی درکار ہوگی؟

(i) پگھلے ہوئے $CaCl_2$ سے 20 گرام Ca

(ii) پگھلے ہوئے Al_2O_3 سے 4 گرام Al

3.14 مندرجہ ذیل کی تکسید کے لیے کتنے کولمب بجلی درکار ہوگی؟

(i) ایک مول H_2O کی O_2 میں

(ii) ایک مول FeO کی Fe_2O_3 میں

3.15 $Ni(NO_3)_2$ کے محلول کو 5A کرنٹ کا استعمال کر کے 20 منٹ تک پلیٹینم الیکٹروڈوں کے درمیان الیکٹرولائز کیا گیا۔ کیتھوڈ پر جمع ہونے والے Ni کی کمیت معلوم کیجئے۔

3.16 تین الیکٹرولائٹک سیل A، B، C جو کہ بالترتیب $ZnSO_4$، $AgNO_3$ اور $CuSO_4$ پر مشتمل ہیں سلسلہ وار منسلک کیے گئے ہیں۔ 1.5 ایمپیر کا ایک مستقل کرنٹ اس وقت تک گزارا جاتا ہے جب تک کہ سیل B کے کیتھوڈ پر 1.45 g چاندی جمع نہیں ہو جاتی۔ کرنٹ کتنی دیر تک گزارا گیا؟ کاپر اور زنک کی کتنی مقدار جمع ہوئی؟

3.17 جدول 3.1 دیے گئے معیاری الیکٹروڈ مضمر کا استعمال کر کے بتایئے کہ کیا مندرجہ ذیل تعاملات ممکن ہیں؟

(i) $Fe^{3+}(aq)$ and $I^-(aq)$

(ii) $Ag^+ (aq)$ and $Cu(s)$

(iii) $Fe^{3+} (aq)$ and $Br^- (aq)$

(iv) $Ag(s)$ and $Fe^{3+} (aq)$

(v) $Br_2 (aq)$ and $Fe^{2+} (aq)$.

3.18 مندرجہ ذیل ہر ایک میں الیکٹرولسس کے ماحصلات بتایئے۔

(i) سلور الیکٹروڈ کے ساتھ $AgNO_3$ کا آبی محلول

(ii) پلیٹینم الیکٹروڈ کے ساتھ $AgNO_3$ کا آبی محلول

(iii) پلیٹینم الیکٹروڈ کے ساتھ H_2SO_4 کا ڈائی لیوٹ محلول

(iv) پلیٹینم الیکٹروڈ کے ساتھ $CuCl_2$ کا آبی محلول

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات

3.5 $E_{(cell)} = 0.91\ V$ **3.6** $\Delta_r G = -45.54\ kJ\ mol^{-1}$، $K_c = 9.62\times10^7$

3.9 0.114، $3.67\times10^{-4} mol\ L^{-1}$

یونٹ 4

کیمیائی حرکیات (Chemical Kinetics)

5262CH04

کیمیائی حرکیات سے ہمیں اس بات کو سمجھنے میں مدد ملتی ہے کہ کیمیائی تعامل کس طرح واقع ہوتے ہیں۔

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- اوسط اور لمحاتی (Instaneous) شرح تعامل کی تعریف بیان کر سکیں۔
- شرح تعامل کو وقت کے ساتھ متعاملوں یا ماحصلوں کے ارتکاز میں تبدیلی کے طور پر ظاہر کر سکیں۔
- ابتدائی اور پیچیدہ تعاملات کے درمیان فرق کر سکیں۔
- تعاملات کی سالمیت (molecularity) اور آرڈر (order) میں فرق کر سکیں۔
- شرح مستقلہ (rate constant) کی تعریف بیان کر سکیں۔
- شرح تعامل کے ارتکاز، درجۂ حرارت اور وسیط (catalyst) پر انحصار سے بحث کر سکیں۔
- صفر اور فرسٹ آرڈر تعاملات کے لیے تکملی (integrated) شرح مساوات کو اخذ کر سکیں۔
- صفر اور فرسٹ آرڈر تعاملات کے لیے شرح مستقلوں کا تعین کر سکیں گے۔ بنظریہ تصادم (collision theory) کی وضاحت کر سکیں۔

کیمسٹری کا تعلق بنیادی طور پر تبدیلی سے ہے۔ کیمیائی تعاملات کے ذریعے مخصوص خصوصیات کی حامل اشیا کو مختلف خصوصیات والی اشیا میں تبدیل کر سکتے ہیں۔ کسی کیمیائی تعامل میں کیمیاداں مندرجہ ذیل حقائق کو جاننے کی کوشش کرتے ہیں۔

(a) کیمیائی تعامل کے ہونے کا امکان جس کی پیشین گوئی حرحرکیات (Thermodynamics) کے ذریعے کی جا سکتی ہے (جیسا کہ آپ جانتے ہیں کہ مستقل درجۂ حرارت اور دباؤ پر جس تعامل کے لیے $\Delta G < 0$ ہوتا ہے وہ تعامل ممکن ہے)

(b) کس حد تک تعامل ہوگا۔ اس کا تعین کیمیائی توازن (chemical Equilibrium) کے ذریعہ کیا جا سکتا ہے۔

(c) تعامل کی رفتار یعنی توازن کی حالت کو پہنچنے تک لگنے والا وقت۔

کیمیائی تعامل کو مکمل طور پر سمجھنے کے لیے تعامل کے امکان اور حد کے ساتھ ساتھ اس کی شرح اور شرح کا تعین کرنے والے عوامل کو جاننا بھی بہت ضرورت ہے۔ مثال کے طور پر کون سے عوامل اس بات کا تعین کریں گے کہ غذائی شے کتنی جلدی خراب ہو جائے گی؟ دانتوں میں بھرنے کے لیے جلد از جلد سیٹ ہو جانے والے مادے کو کس طرح بنایا جائے گا؟ یا کسی خودکار انجن میں ایندھن کے احتراق کی شرح کو کون کنٹرول کرتا ہے؟ ان سبھی سوالوں کے جواب کیمسٹری کی اس شاخ سے حاصل ہوں گے جس میں تعامل کی شرح اور ان کے میکانزم کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ یہ شاخ کیمیائی حرکیات (Chemical Kinetics) کہلاتی ہے۔ لفظ Kinetics یونانی زبان کے kinesis سے ماخوذ ہے جس کا مطلب ہے حرکت۔ حرحرکیات سے صرف تعامل کے ہونے کے امکان کا پتہ چلتا ہے جبکہ کیمیائی حرکیات سے تعامل کی شرح کے بارے میں پتہ چلتا ہے۔ مثال کے طور پر

حرحرکیات اعداد و شمار سے ظاہر ہوتا ہے کہ ہیرے کو گریفائٹ میں تبدیل کیا جاسکتا ہے لیکن حقیقت میں اس تبدیلی کی شرح اس قدر سست ہوتی ہے کہ اسے محسوس نہیں کیا جاسکتا۔ لہٰذا اکثر لوگ سمجھتے ہیں کہ ''ہیرا ہے ہمیشہ کے لیے''۔

حرکیاتی مطالعہ نہ صرف تعامل کی رفتار یا شرح کا تعین کرنے میں ہماری مدد کرتا ہے بلکہ ان حالات کو بھی بیان کرتا ہے جن سے تعامل کی شرح میں تبدیلی آسکتی ہے۔ ارتکاز، درجۂ حرارت، دباؤ اور وسیط جیسے کچھ عوامل تعامل کی شرح کو متاثر کرتے ہیں۔ خردبینی سطح پر ہماری دلچسپی اس بات میں ہوتی ہے کہ کتنی مقدار نے تعامل کیا یا کتنی مقدار پیدا ہوئی اور ان کے استعمال ہونے یا پیدا ہونے کی شرح کیا ہے؟ سالماتی سطح پر تعامل کے میکانزم میں متصادم سالمات کی تشریق (Orientaien) اور توانائی زیر بحث ہوتے ہیں۔

اس اکائی میں ہم تعامل کی اوسط اور لمحاتی شرح اور اسے متاثر کرنے والے عوامل کا مطالعہ کریں گے۔ نظریہ تصادم (Coallision Theory) کے متعلق کچھ ابتدائی جانکاری بھی اس میں دی گئی ہے۔ ان سبھی کو سمجھنے سے پہلے آیئے شرح تعامل کا مطالعہ کرتے ہیں۔

4.1 کیمیائی تعامل کی شرح (Rate of a Chemical Reaction)

کچھ تعاملات جیسے آئنی تعاملات بہت تیزی کے ساتھ ہوتے ہیں، مثال کے طور پر سلور نائٹریٹ اور سوڈیم کلورائڈ کے آبی محلول کی آمیزش کی وجہ سے سلور کلورائڈ کی ترسیب (Precipitation) بہت تیزی سے ہوتی ہے۔ اس کے برعکس کچھ تعاملات بہت آہستہ ہوتے ہیں مثال کے طور پر ہوا اور نمی کی موجودگی میں لوہے پر زنگ لگنا۔ اس کے علاوہ کچھ ایسے تعاملات بھی ہیں مثلاً چینی کا inversion اور اسٹارچ کی آب پاشیدگی (hydrolysis) جو کہ متعدل رفتار سے ہوتے ہیں۔ کیا آپ ہر ایک زمرے سے متعلق کچھ اور تعاملات کی مثالوں پر غور کر سکتے ہیں؟

آپ کو معلوم ہوگا کہ موٹر گاڑی کی رفتار کو اس کی حالت میں تبدیلی کے طور پر یا مخصوص وقفہ میں طے کیے گئے فاصلہ کے طور پر ظاہر کیا جاتا ہے۔ اسی طرح تعامل کی رفتار یا تعامل کی شرح کی تعریف اکائی وقت میں متعامل یا ماحصل کے ارتکاز میں تبدیلی کے طور پر کی جاتی ہے۔ تعامل کی شرح کو

(i) کسی ایک متعامل کے ارتکاز میں کمی کی شرح، یا

(ii) کسی ایک ماحصل کے ارتکاز میں اضافے کے ذریعے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

ایک مفروضی تعامل پر غور کیجیے۔ مان لیجیے کہ حجم مستقل ہے

$$R \rightarrow P$$

متعامل R کے ایک مول سے ماحصل P کا ایک مول پیدا ہوتا ہے۔ اگر وقت t_1 پر $[R]_1$ اور $[P]_1$ بالترتیب R اور P کے ارتکاز ہیں اور وقت t_2 پر ان کے ارتکاز $[R]_2$ اور $[P]_2$ ہیں تو

$$t_2 - t_1 = \Delta t$$

$$[R]_2 - [R]_1 = \Delta[R]$$

$$[P]_2 - [P]_1 = \Delta[P]$$

مذکورہ بالا عبارتوں میں بڑا بریکٹ (مربع بریکٹ) مولر ارتکاز کو ظاہر کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

R میں کمی آنے کی شرح

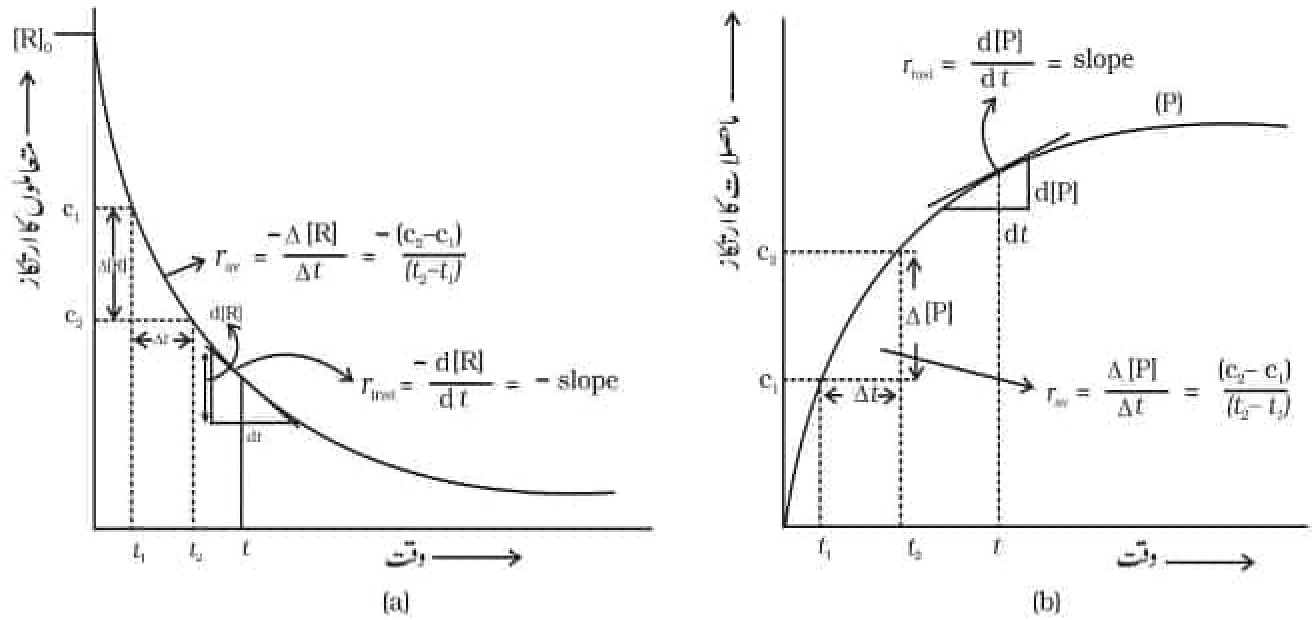
$$\frac{\text{R کے ارتکاز میں کمی}}{\text{لیا گیا وقت}} = -\frac{\Delta[R]}{\Delta t} \qquad (4.1)$$

P میں اضافہ کی شرح

$$\frac{\text{P کے ارتکاز میں اضافہ}}{\text{لیا گیا وقت}} = +\frac{\Delta[P]}{\Delta t} \qquad (4.2)$$

کیونکہ، $\Delta[R]$ منفی مقدار ہے (کیونکہ تعامل کا ارتکاز کم ہورہا ہے۔ اسے '1-' سے ضرب کرنے پر تعامل کی شرح ایک مثبت مقدار بن جاتی ہے۔ مذکورہ بالا مساوات (4.1) اور (4.2) اوسط شرح تعامل r_{av} کو ظاہر کرتی ہیں۔

اوسط شرح تعامل کا انحصار متعامل یا ماحصلات کے ارتکاز میں تبدیلی اور اس تبدیلی میں لگنے والے وقت پر ہوتا ہے۔ (شکل 4.1)



شکل 4.1: لمحاتی اور اوسط شرح تعامل

شرح تعامل کی اکائیاں (Units of rate of a reaction)

مساوات (4.1) اور (4.2) سے صاف ظاہر ہے کہ شرح کی اکائیاں concentration time^{-1} ہیں۔ مثال کے طور پر اگر ارتکاز mol L^{-1} میں ہے اور وقت سیکنڈ میں ہے تو اکائیاں mol L^{-1}s^{-1} ہوں گی۔ تاہم گیسی تعاملات میں جب کہ گیسوں کا ارتکاز ان کے جزوی دباؤ کی اصطلاح میں ظاہر کیا جاتا ہے لہٰذا شرح مساوات کی اکائیاں atm s^{-1} ہوں گی۔

مثال 4.1 مختلف وقفوں پر بیوٹائل کلورائڈ (C_4HCl) کے ارتکاز ذیل میں دیے گئے ہیں تعامل کی اوسط شرح معلوم کیجیے۔

$$C_4H_9Cl + H_2O \rightarrow C_4H_9OH + HCl$$

مختلف وقفوں کے دوران

t/s	0	50	100	150	200	300	400	700	800
$[C_4H_9Cl]/mol\ L^{-1}$	0.100	0.0905	0.0820	0.0741	0.0671	0.0549	0.0439	0.0210	0.017

حل ہم مختلف وقفوں کے لیے ارتکاز میں فرق کا تعین کر سکتے ہیں اور پھر $\Delta(R)$ کو Δt سے تقسیم کر کے اوسط شرح معلوم کر لیتے ہیں (جدول 4.1)

جدول 4.1 بیوٹائل کلورائڈ کی آب پاشیدگی کی اوسط شرحیں

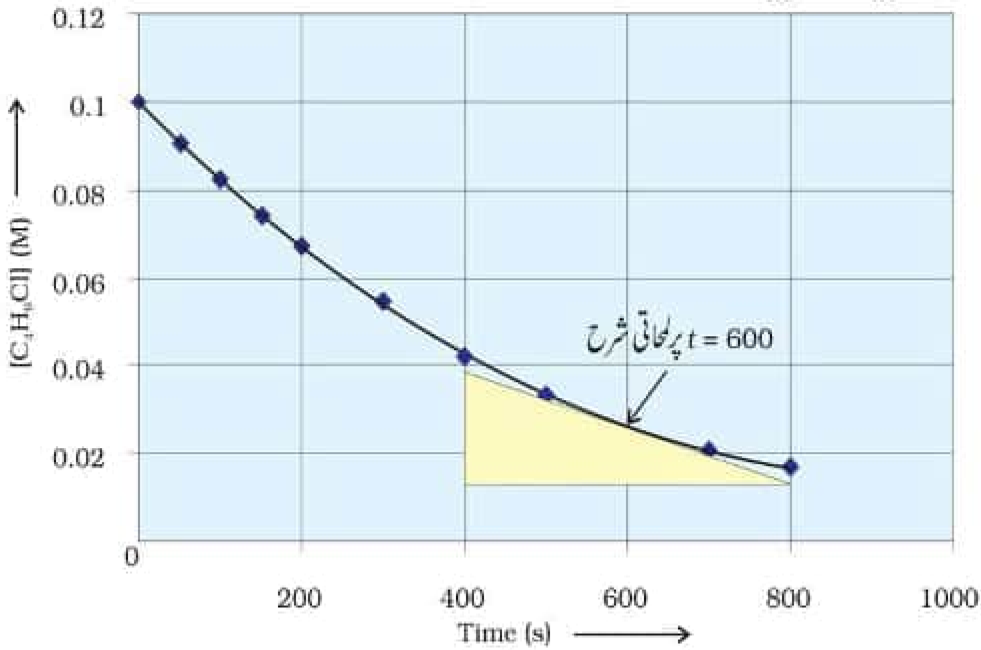
$r_{av} \times 10^4/mol\ L^{-1}s^{-1}$ $=-\{(C_4H_9Cl)t_2\ (c_4H_9Cl)t_1/(t_2-t_1)\}\times10^4$	t_2/s	t_1/s	$[C_4H_9Cl]t_2/$ mol L^{-2}	$[C_4H_9Cl]t_1/$ mol L^{-1}
1.90	50	0	0.0905	0.100
1.70	100	50	0.0820	0.0905
1.58	150	100	0.0741	0.0820
1.40	200	150	0.0671	0.0741
1.22	300	200	0.0549	0.0671
1.10	400	300	0.0439	0.0549
1.04	500	400	0.0335	0.0439
0.4	800	700	0.017	0.0210

یہ دیکھا جا سکتا ہے (جدول 4.1) میں اوسط شرح کی قدر $1.90\times10^{-4}\ mol\ L^{-1}S^{-1}$ سے گر کر 0.4×10^{-4} $mol\ L^{-1}s^{-1}$ = ہو جاتا ہے۔ کسی مخصوص لمحہ میں شرح تعامل کی پیشین گوئی کے لیے اوسط شرح کا استعمال نہیں کیا جا سکتا کیونکہ یہ اس وقفہ کے لیے مستقل ہوگا جس پر اس کی پیمائش کی گئی ہے۔ لہٰذا کسی لمحہ میں شرح کو ظاہر کرنے کے لیے ہم لمحاتی شرح کا تعین کرتے ہیں۔ اسے ہم کسی بہت معمولی وقفہ dt (جب Δt صفر کی طرف جا رہا ہو) کے لیے اوسط شرح کے ذریعہ حاصل کر سکتے ہیں۔ اس طرح ریاضیاتی طور پر لا متناہی معمولی وقفہ dt کے لیے لمحاتی شرح مندرجہ ذیل ہے۔

$$r_{av} = \frac{-\Delta[R]}{\Delta t} = \frac{\Delta[P]}{\Delta t} \qquad (4.3)$$

جب $\Delta t \rightarrow 0$

$$r_{inst} = \frac{-d[R]}{dt} = \frac{d[P]}{dt}$$



شکل 4.2: بیوٹائل کلورائڈ (C_4H_9Cl) کے ہائڈرولسس کی لمحاتی شرح

اس کا تعین متعامل (R) یا ماحصلات (P) میں سے کسی ایک کا وقت t کے ساتھ بننے والے گراف کے منحنی پر وقت t پر مماس (tangent) کھینچ کر اس کے سلوپ کی تحسیب کرکے کیا جاسکتا ہے (شکل 4.1) مثال 4.1 میں 600s پر r_{inst} کی تحسیب بیوٹائل کلورائڈ کے ارتکاز اور وقت کے مابین گراف کھینچ کر کی جاسکتی ہے۔ t=600s کے منحنی پر خط مماس کھینچتے ہیں۔ شکل (4.2)

اس مماس سلوپ سے لمحاتی شرح حاصل ہوتی ہے۔

$$\text{So, } r_{inst} \text{ at } 600\text{ s} = \left(\frac{0.0165 - 0.037}{(800 - 400)\text{ s}}\right) \text{mol L}^{-1} = 5.12 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

At $t = 250$ s $r_{inst} = 1.22 \times 10^{-4}$ mol $L^{-1}s^{-1}$

$t = 350$ s $r_{inst} = 1.0 \times 10^{-4}$ mol $L^{-1}s^{-1}$

$t = 450$ s $r_{inst} = 6.4 \times 10^{-5}$ mol $L^{-1}s^{-1}$

اب مندرجہ ذیل تعامل پر غور کیجیے۔

$$Hg(l) + Cl_2(g) \rightarrow HgCl_2(s)$$

جہاں متعامل اور ماحصلات کے تناسب پیمائی قریب یکساں ہیں۔ تب تعامل کی شرح مندرجہ ذیل ہوگی۔

$$\text{تعامل کی شرح} = -\frac{\Delta[Hg]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[HgCl_2]}{\Delta t}$$

یعنی کسی متعامل کے ارتکاز میں کمی شرح محصلات کے ارتکاز میں اضافہ کی شرح کے مساوی ہوتی ہے۔ لیکن مندرجہ ذیل تعامل میں HI کے دومول تحلیل ہوکر H_2 اور I_2 کا ایک مول فراہم کرتے ہیں۔

$$2HI(g) \rightarrow H_2(g) + I_2(g)$$

جن تعاملات میں متعامل اور ماحصلات کے تناسب پیمائی ضرب (stoichiometric coefficient) مساوی نہ ہوں ان میں کسی تعامل کے ارتکاز میں کمی کی شرح یا کسی ماحصل کے ارتکاز میں اضافہ کی شرح کو ان کے متعلقہ تناسب پیمائی ضریب سے تقسیم کرتے ہیں۔ کیونکہ HI کے ارتکاز میں کمی کی شرح، H_2 اور I_2 کی تشکیل کی شرح سے دوگنی ہے لہٰذا انہیں مساوی بتانے کے لیے $\Delta[HI]$ کو 2 سے تقسیم کردیتے ہیں۔ اس تعامل کی شرح مندرجہ ذیل کے مطابق ہوگی۔

$$\text{تعامل کی شرح} = -\frac{1}{2}\frac{\Delta[HI]}{\Delta t} = \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[I_2]}{\Delta t}$$

اسی طرح مندرجہ ذیل تعامل کے لیے

$$5\,Br^-(aq) + BrO_3^-(aq) + 6\,H^+(aq) \rightarrow 3\,Br_2(aq) + 3\,H_2O(l)$$

$$\text{شرح} = -\frac{1}{5}\frac{\Delta[Br^-]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[BrO_3^-]}{\Delta t} = -\frac{1}{6}\frac{\Delta[H^+]}{\Delta t} = \frac{1}{3}\frac{\Delta[Br_2]}{\Delta t} = \frac{1}{3}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$$

ایک مستقل درجۂ حرارت پر گیسی تعامل کے لیے کیونکہ ارتکاز جزوی دباؤ کے سیدھے تناسب میں ہوتا ہے اس لیے شرح تعامل کو تعامل یا ماحصل جزوی دباؤ میں تبدیلی کی شرح کے طور پر بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

مثال 4.2

318K پر N_2O_5 کی NO_2 اور O_2 میں تحلیل کا مطالعہ محلول میں N_2O_5 کے ارتکاز کی مانٹرنگ کے ذریعہ کیا گیا۔ شروع میں N_2O_5 کا ارتکاز $2.33\ mol\ L^{-1}$ تھا اور 184 منٹ کے بعد یہ گھٹ کر $2.08 mol\ L^{-1}$ رہ گیا۔ تعامل کی مساوات مندرجہ ذیل ہے۔

$$2\,N_2O_5(g) \rightarrow 4\,NO_2(g) + O_2(g)$$

اس تعامل کی اوسط شرح گھنٹوں، منٹوں اور سیکنڈ میں معلوم کیجیے۔ اس وقفہ میں O_2 کے پیدا ہونے کی شرح کیا ہے؟

حل

$$\text{اوسط شرح} = \frac{1}{2}\left\{-\frac{\Delta[N_2O_5]}{\Delta t}\right\} = -\frac{1}{2}\left[\frac{(2.08-2.33)\,mol\,L^{-1}}{184\,min}\right]$$

$=6.79 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1}/min = (6.79 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1}\ min^{-1}) \times (60\ min/1h)$

$=4.07 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}/h$

$=6.79 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1} \times 1min/60s$

$=1.13 \times 10^{-5}\ mol\ L^{-1}s^{-1}$

یہ یاد رکھنے کی بات ہے کہ

$$(\text{شرح}) = \frac{1}{4}\left\{\frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t}\right\}$$

$$\frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = 6.79 \times 10^{-4} \times 4\ mol\ L^{-1}\ min^{-1} = 2.72 \times 10^{-3}\ mol\ L^{-1}min^{-1}$$

متن پر مبنی سوالات

4.1 تعامل R → P کے لیے تعامل کا ارتکاز 25 منٹ میں 0.03M سے 0.02M ہوجاتا ہے۔ تعامل کی اوسط شرح وقت کی دونوں اکائیوں یعنی منٹ اور سیکنڈ میں معلوم کیجیے۔

4.2 تعامل ماحصل → 2A میں A کا ارتکاز 10 منٹ میں $0.5 \text{ mol } L^{-1}$ سے گھٹ کر $0.4 \text{ mol } L^{-1}$ رہ جاتا ہے۔ اس وقفہ میں شرح تعامل معلوم کیجیے۔

4.2 شرح تعامل کو متاثر کرنے والے عوامل (Factor influencing Rate of a Reaciton)

تعامل کی شرح تجرباتی حالات جیسے متعاملوں کا ارتکاز (گیسوں کے معاملے میں دباؤ) درجۂ حرارت اور وسیط پر منحصر ہوتا ہے۔

4.2.1 ارتکاز پر شرح کا انحصار (Dependence of Rate on Concentration)

دیے ہوئے درجہ حرارت پر کیمیائی تعامل کی شرح کا انحصار ایک یا زیادہ تعاملوں یا ماحصلات کے ارتکاز پر ہوتا ہے۔ تعاملوں کے ارتکاز کے طور پر تعامل کی شرح کا اظہار شرح کلیہ (Rate Law) کہلاتا ہے۔ اسے شرح مساوات یا شرح کی عبارت بھی کہا جاتا ہے۔

4.2.2 شرح عبارت اور شرح مستقلہ (Rate Expression and Rate Constant)

جدول 4.1 کے نتائج سے صاف ظاہر ہے کہ وقت کے ساتھ متعاملوں کے ارتکاز میں کمی آنے پر شرح تعامل گھٹتا ہے۔ اس کے برعکس شرح میں اس وقت اضافہ ہوتا ہے۔ جب متعاملوں کے ارتکاز میں اضافہ ہوتا ہے۔ اس لیے شرح تعامل کا انحصار متعاملوں کے ارتکاز پر ہوتا ہے۔

مندرجہ ذیل عمومی تعامل پر غور کیجیے۔

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

جہاں a، b، c اور d متعامل اور ماحصلات کے تناسب پیمائی ضریب ہیں۔ اس تعامل کے لیے شرح عبارت مندرجہ ذیل ہوگی۔

$$\text{شرح} \propto [A]^x \, [B]^y \quad (4.4)$$

جہاں قوت نما x اور y متعاملوں کے تناسب پیمائی ضریب (a اور b) کے مساوی بھی ہو سکتے ہیں اور نہیں بھی۔

مذکورہ بالا مساوات کو مندرجہ ذیل طریقے سے بھی لکھا جاسکتا ہے۔

$$\text{شرح} = k\,[A]^x \, [B]^y \quad (4.4a)$$

$$-\frac{d[R]}{dt} = k[A]^x\,[B]^y \quad (4.4b)$$

مساوات (4.4b) کی یہ شکل تفرقی شرح مساوات (differential rate equation) کہلاتی ہے جہاں k تناسب کا مستقلہ ہے جسے شرح مستقلہ (rate constant) کہتے ہیں۔ مساوات (4.4) جو کہ شرح تعامل اور متعاملوں کے ارتکاز میں تعلق کو ظاہر کرتی ہے شرح کلیہ یا شرح عبارت کہلاتی ہے۔ اس طرح شرح کلیہ وہ عبارت ہے جس میں شرح تعامل کو متعاملوں کے مولر ارتکاز پر کوئی قوت لگا کر ظاہر کرتے ہیں۔ یہ قوت کسی متوازن کیمیائی

مساوات میں تعامل کرنے والی اسپشیز کے تناسب پیمائی ضریب کے مساوی ہو بھی سکتی ہے اور نہیں بھی۔مثال کے طور پر:

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

ہم اس تعامل کی شرح کی پیمائش یا تو کسی ایک متعامل کے ارتکاز کو مستقل رکھتے ہوئے دوسرے متعامل کے ارتکاز کو تبدیل کر کے یا دونوں متعاملوں کے ارتکاز کو تبدیل کر کے ابتدائی ارتکاز کے تعامل کے طور پر کر سکتے ہیں۔ ذیل نتائج حاصل ہوئے ہیں (جدول 4.2)

جدول 4.2: NO_2 کی تشکیل کی ابتدائی شرح

تجربہ	ابتدائی $[NO]/molL^{-1}$	ابتدائی $[O_2]/ mo^{-1}$	$NO_2/ mol\ L^{-1}s^{-1}$ کی تشکیل کی ابتدائی شرح
1۔	0.30	0.30	0.096
2۔	0.60	0.30	0.384
3۔	0.30	0.60	0.192
4۔	0.60	0.60	0.768

نتائج پر نظر ڈالنے سے یہ صاف ظاہر ہے کہ جب O_2 کے ارتکاز کو مستقل رکھ کر NO کا ارتکاز دوگنا ہوتا ہے تو ابتدائی شرح تعامل میں چار کے فیکٹر سے اضافہ ہوتا ہے (0.096 تا $0.384\ mol\ L^{-1}s^{-1}$)۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ شرح کا انحصار NO کے ارتکاز کے مربع پر ہے۔ جب NO کے ارتکاز کو مستقل رکھا جاتا ہے اور O_2 کے ارتکاز کو دوگنا کردیا جاتا ہے تو شرح بھی دوگنی ہوجاتی ہے جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ شرح کا انحصار O_2 کے ارتکاز کی ایک قوت پر ہوتا ہے۔اس طرح تعامل کے لیے شرح مساوات مندرجہ ذیل ہے۔

$$\text{شرح} = k[NO]^2[O_2]$$

اس شرح عبارت کی تفرقی شکل مندرجہ ہے۔

$$-\frac{d[R]}{dt} = k[NO]^2[O_2]$$

اب ہم مشاہدہ کرتے ہیں کہ اس تعامل کے لیے تجرباتی اندازوں سے حاصل ہونے والی شرح مساوات میں ارتکاز کے قوت نما متوازن کیمیائی تعامل میں ارتکاز کے تناسب پیمائی ضریب کے مساوی ہے۔

تعامل	تجرباتی شرح عبارت
1۔ $CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow CCl_4 + HCl$	$\text{شرح} = k[CHCl_3][Cl_2]^{1/2}$
2۔ $CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + C_2H_5OH$	$\text{شرح} = k[CH_3COOC_2H_5]^1[H_2O]^0$

ان تعاملات میں ارتکاز کے قوت نما مساوات میں موجود تناسب پیمائی ضریب سے مختلف ھیں۔ لہٰذا ھم کھہ سکتے ھیں کہ شرح کلیہ کی پیشین گوئی صرف متوازن کیمیائی مساوات کو دیکھ کر نہیں کی جاسکتی یعنی اس کا تعین نظریاتی طور پر نہیں بلکہ تجرباتی طور پر کیا جاتاھے۔

4.2.3 تعامل کا آرڈر (Order of a Reaction)

شرح مساوات (4.4) میں

$= k\,[A]^x\ [B]^y$

x اور y اس بات کی طرف اشارہ کرتے ہیں کہ شرح تعامل A یا B کے ارتکاز میں تبدیلی سے کس طرح متاثر ہوتا ہے۔مساوات (4.4) میں ان قوت نمائنوں کا حاصل جمع تعامل کے کل آرڈر (overall order) کو ظاہر کرتا ہے جبکہ x اور y بالترتیب A اور B متعاملوں کے متعلقہ آرڈر کو ظاہر کرتے ہیں۔

اس طرح، شرح کلیہ عبارت میں متعاملوں کے ارتکاز کی قوتوں کا حاصل جمع اس کیمیائی تعامل کا آرڈر کہلاتا ہے۔ تعامل کا آرڈر O، 1، 2، 3 اور یہاں تک کہ کسر میں بھی ہوسکتا ہے۔ صفر آرڈر تعامل کا مطلب ہے کہ تعامل متعاملوں کے ارتکاز سے مبرا ہے ۔

مثال 4.3 اس تعامل کا کل آرڈر معلوم کیجیے جس کی شرح عبارت مندرجہ ذیل ہے۔

(a) شرح $= k\,[A]^{1/2}\,[B]^{3/2}$

(b) شرح $= k\,[A]^{3/2}\,[B]^{-1}$

حل:

(a) شرح $= k\,[A]^x\ [B]^y$

آرڈر $= x + y$

اس طرح آرڈر $= 1/2 + 3/2 = 2$

یعنی یہ سیکنڈ آرڈر تعامل ہے

(b) آرڈر $= 3/2 + (-1) = 1/2$,

یعنی نصف آرڈر تعامل ہے۔

ایک متوازن کیمیائی تعامل سے ہمیں اس بات کا صحیح علم نہیں ہو پاتا کہ تعامل کس طرح ہو رہا ہے کیونکہ اتفاق سے ہی کوئی تعامل ایک مرحلہ میں مکمل ہوتا ہے۔وہ تعاملات جو کہ ایک مرحلہ میں مکمل ہوجاتے ہیں ابتدائی تعاملات (Elementary reation) کہلاتے ہیں۔ جب ابتدائی تعاملات کا ایک سلسلہ (جسے میکانزم کہتے ہیں) ماحصلات فراہم کرتا ہے تو تعاملات پیچیدہ تعاملات (complex reactions) کہلاتے ہیں۔ یہ تعاملات مسلسل (مثلاً ایتھین کی CO_2 میں تکسید اور H_2O ضمنی مرحلوں کے ایک سلسلہ سے گزرتا ہے جس میں الکحل، ایلڈ، یہائڈ اور ایسڈ بنتے ہیں) رجعتی اور جانبی تعاملات ہوسکتے ہیں مثلاً (فینال کے نائٹریشن سے آرتھو نائٹرو فینال اور پیرا نائٹرو فینال حاصل ہوتے ہیں)

شرح مستقلہ کی اکائیاں (Units of rate constant)

ایک عمومی تعامل

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

کے لیے شرح = $k\,[A]^x\,[B]^y$

جہاں $x + y = n$ = تعامل کا آرڈر ہے۔

$$k = \frac{\text{Rate}}{[A]^x[B]^y}$$ شرح =

$$= \frac{\text{ارتکاز}}{\text{وقت}} \times \frac{1}{(\text{ارتکاز})^n}$$

ارتکاز کی SI اکائیاں $mol\ L^{-1}$ میں اور وقت کی اکائی s لینے پر مختلف آرڈر والے تعامل کے لیے K کی اکائیاں جدول 4.3 میں دی گئی ہیں۔

جدول 4.3 شرح مستقلہ کی اکائیاں

تعامل	آرڈر	شرح مستقلہ کی اکائیاں
صفر آرڈر تعامل	0	$\frac{mol\,L^{-1}}{s} \times \frac{1}{(mol\,L^{-1})^0} = mol\,L^{-1}s^{-1}$
فرسٹ آرڈر تعامل	1	$\frac{mol\,L^{-1}}{s} \times \frac{1}{(mol\,L^{-1})^1} = s^{-1}$
سیکنڈ آرڈر تعامل	2	$\frac{mol\,L^{-1}}{s} \times \frac{1}{(mol\,L^{-1})^2} = mol^{-1}L\,s^{-1}$

مثال 4.4

مندرجہ ذیل شرح مستقلوں میں ہر ایک کے لیے تعامل کے آرڈر کی شناخت کیجیے

(i) $k = 2.3 \times 10^{-5}\ L\ mol^{-1}\ s^{-1}$

(ii) $k = 3 \times 10^{-4}\ s^{-1}$

حل

(i) سیکنڈ آرڈر شرح مستقلہ کی اکائی $L\ mol^{-1}\ s^{-1}$ ہے لہٰذا $k = 2.3 \times 10^{-5}\ L\ mol^{-1}\ s^{-1}$ سیکنڈ آرڈر تعامل کو ظاہر کرتا ہے۔

(ii) فرسٹ آرڈر شرح مستقلہ کی اکائی s^{-1} ہے لہٰذا $k = 3 \times 10^{-4}\ s^{-1}$ فرسٹ آرڈر تعامل کو ظاہر کرتا ہے

4.2.4 تعامل کی سالمیت (Molecularity of a Reaction)

تعامل کی ایک اور خصوصیت جسے سالمیت (molecularity) کہتے ہیں، تعامل کے میکانزم کو سمجھنے میں مدد کرتی ہے۔ ابتدائی تعامل میں حصہ لینے والی اسپشیز (ایٹم، آین یا سالمیات) جو کہ ایک ساتھ تصادم کے نتیجے میں کیمیائی تعامل کرتی ہیں، کی تعداد تعامل کی سالمیت (molecularity) کہلاتی ہے۔ جب تعامل میں صرف ایک ہی اسپشیز ملوث ہوتو تعامل یک سالماتی (unimolecular) کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر امونیم نائٹریٹ کی تحلیل

$$NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$$

دو سالماتی تعاملات میں بہ یک وقت دو اسپشیز کے درمیان تصادم ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر ہائڈروجن آیوڈائڈ کی تحلیل

$$2HI \rightarrow H_2 + I_2$$

سالماتی تعاملات میں تین اسپشیز کے درمیان بہ یک وقت تصادم ہوتا ہے مثال کے طور پر

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

اس بات کا احتمال بہت ہی کم ہوتا ہے کہ تین سے زیادہ سالمات کے درمیان بہ یک وقت تصادم ہو۔ لہٰذا تین سے زیادہ سالمیت کا مشاہدہ نہیں کیا گیا ہے۔

اس طرح صاف ظاہر ہے کہ پیچیدہ تعاملات جن کی تناسب پیمائی مساوات میں تین سے زیادہ سالمات ہوتے ہیں وہ ایک سے زیادہ مرحلوں میں مکمل ہوتے ہیں۔

$$KClO_3 + 6FeSO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow KCl + 3Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

یہ تعامل جو کہ دسویں آرڈر کا تعامل نظر آتا ہے لیکن حقیقت میں یہ سیکنڈ آرڈر تعامل ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ یہ تعامل کئی مراحل میں مکمل ہوتا ہے۔ کون سا مرحلہ مکمل کی شرح کو کنٹرول کرتا ہے؟ اس سوال کا جواب ہم تعامل کے میکانزم کو معلوم کر کے دے سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر ریلے دوڑ میں ٹیم کی فتح سب سے آہستہ دوڑنے والے کھلاڑی پر منحصر ہوتی ہے۔ اسی طرح تعامل کی کل شرح تعامل کے سست ترین مرحلہ کے ذریعے کنٹرول ہوتی ہے۔ اس مرحلہ کو شرح متعین کرنے والا مرحلہ (rate determining step) کہتے ہیں۔ قلوی میڈیم میں آیوڈائڈ آین کے ذریعہ کیٹلائز ہونے والی ہائڈروجن کی تحلیل پر غور کیجیے۔

$$2H_2O_2 \xrightarrow[\text{قلوی میڈیم}]{I^-} 2H_2O + O_2$$

اس تعامل کے لیے شرح مساوات مندرجہ ذیل ہے۔

$$\text{شرح} = \frac{-d[H_2O_2]}{dt} = k[H_2O_2][I^-]$$

یہ تعامل H_2O_2 اور I^- دونوں کی نسبت سے فرسٹ آرڈر تعامل ہے۔

شواہد یہ تجویز کرتے ہیں کہ یہ تعامل دو مرحلوں میں مکمل ہوتا ہے۔

$$H_2O_2 + I^- \rightarrow H_2O + IO^- \quad (1)$$

$$H_2O_2 + IO^- \rightarrow H_2O + I^- + O_2 \quad (2)$$

دونوں مراحل دو سالماتی ابتدائی تعاملات ہیں۔ IO^- اسپیشیز ضمنی ماحصل ہے کیونکہ یہ تعامل کے درمیان پیدا ہوتی ہے نہ کہ کل متوازن مساوات میں۔ پہلا مرحلہ ست ہونے کی وجہ سے شرح کا تعین کرنے والا مرحلہ ہے۔ اس طرح ضمنی ماحصل کی شرح تشکیل تعامل کی شرح کا تعین کرے گی۔

اس طرح، اب تک جو کچھ بحث ہوئی ہے اس سے مندرجہ ذیل نتائج اخذ کیے جا سکتے ہیں۔

(i) تعامل کا آرڈر ایک تجرباتی مقدار ہے۔ یہ صفر یا کسر میں ہوسکتا ہے۔ لیکن سالمیت (molecularity) صفر یا غیر صحیح عدد نہیں ہوسکتی۔

(ii) ابتدائی تعامل اور پیچیدہ تعامل دونوں کا آرڈر ہوتا ہے جبکہ سالمیت صرف ابتدائی تعامل کے لیے ہی ہے۔ پیچیدہ تعامل کے لیے سالمیت کے کوئی معنی نہیں ہے۔

(iii) پیچیدہ تعاملات کے لیے آرڈر ست ترین مرحلہ کا دیا جاتا ہے اور عام طور سے ست ترین مرحلہ کی سالمیت اور کل تعامل کا آرڈر مساوی ہوتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

4.3 تعامل ماحصل $\rightarrow A + B$ کے لیے شرح کلیہ $r = k[A]^{1/2}[B]^2$ ہے۔ تعامل کا آرڈر معلوم کیجیے۔

4.4 سالمہ X کی Y میں تبدیلی سیکنڈ آرڈر حرکیات کے مطابق ہوتی ہے۔ اگر X کے ارتکاز میں تین گنا اضافہ کر دیا جائے تو یہ Y کی تشکیل کی شرح کو کس طرح متاثر کرے گا۔

4.3 تکملی شرح مساوات (Integrated Rate Equations)

ہم نے پہلے ہی نوٹ کیا ہے کہ شرح کا ارتکاز پر انحصار تکملی شرح مساوات کہلاتی ہے۔ لمحاتی شرح کا تعین ہمیشہ ہی آسان نہیں ہوتا کیونکہ اس کی قدر ارتکاز اور وقت کے مابین کھینچے گئے خط انحنا کے نقطہ t پر بنائے گئے خط مماس کے سلوپ کی پیائش کر کے متعین کی جاتی ہے۔ (شکل 4.1)۔

اس کے ذریعہ شرح کلیہ کا تعین مشکل ہو جاتا ہے۔ لہٰذا تعامل کا آرڈر معلوم کرنا بھی مشکل ہو جاتا ہے۔ اس مشکل سے نجات پانے کے لیے ہم تفرقی شرح مساوات کا تکملہ کر سکتے ہیں۔ اس مساوات سے ہمیں براہِ راست پیائش کیے گئے تجرباتی اعداد و شمار یعنی مختلف اوقات میں ارتکاز اور شرح مستقلہ کے درمیان تعلق معلوم ہو جاتا ہے۔

مختلف آرڈر والے مختلف تعاملات کے لیے تکملی شرح مساوات علیحدہ علیحدہ ہوتی ہیں۔ یہاں ہم صرف صفر اور فرسٹ آرڈر کیمیائی تعاملات کے لیے ہی ان مساوات کا تعین کریں گے۔

4.3.1 صفر آرڈر تعاملات (Zero Order Reactions)

صفر آرڈر تعامل کا مطلب ہے کہ شرح تعامل متعاملوں کے ارتکاز کی صفر قوت کے متناسب ہے۔ مندرجہ ذیل تعامل پر غور کیجیے۔

$$R \rightarrow P$$

$$\text{شرح} = -\frac{d[R]}{dt} = k[R]^0$$

کسی مقدار پر صفر قوت کی قدر اکائی ہوتی ہے۔

$$\text{شرح} = -\frac{d[R]}{dt} = k \times 1$$

$$d[R] = -k\,dt$$

دونوں جانب تکملہ لینے پر

$$[R] = -kt + I \qquad (4.5)$$

جہاں I، تکملی مستقلہ ہے۔

$t = 0$ پر متعامل R کا ارتکاز = $[R]_0$، جہاں $[R]_0$ متعامل کا ابتدائی ارتکاز ہے۔

مساوات (4.5) میں $[R]_0$ کی قدر رکھنے پر

$$[R]_0 = -k \times 0 + I$$

$$[R]_0 = I$$

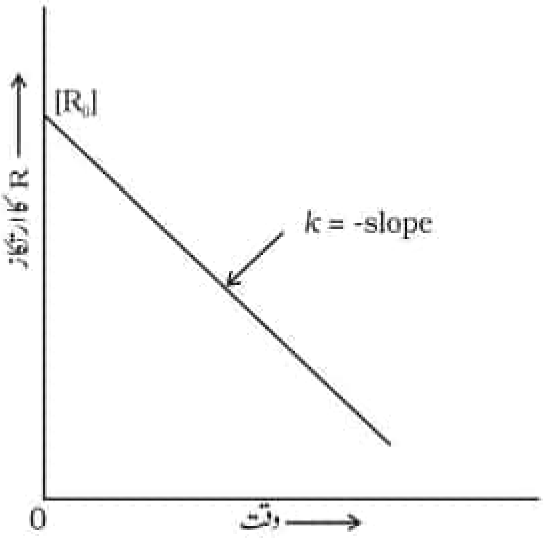
مساوات (4.5) میں I کی قدر رکھنے پر

$$[R] = -kt + [R]_0 \qquad (4.6)$$

مساوات (4.6) کا موازنہ خط مستقیم کی مساوات $y = mx + c$ سے کرنے پر اگر ہم [R] اور t کے درمیان گراف کھینچیں تو ایک خط مستقیم حاصل ہوتا ہے۔ (شکل 4.3)۔ اس خط کا سلوپ $= -k$ اور خط قاطع (intercept) $[R]_0$ کے مساوی ہے۔

مساوی (4.6) کو مزید حل کرنے پر ہمیں شرح مستقلہ K مندرجہ ذیل شکل میں حاصل ہوتا ہے۔

$$k = \frac{[R]_0 - [R]}{t} \qquad (4.7)$$



شکل 4.3: صفر آرڈر تعامل کے لیے ارتکاز اور وقت کے مابین کھینچے گئے گراف میں تنوع

صفر آرڈر تعاملات عام طور سے نہیں ہوتے لیکن یہ مخصوص حالات میں واقع ہوتے ہیں۔ انزائم کیٹلائز تعاملات اور وہ تعاملات جو دھاتی سطحوں پر ہوتے ہیں صفر آرڈر تعاملات کی کچھ مثالیں ہیں۔ گرم پلیٹنم سطح پر امونیا گیس کی تحلیل اونچے دباؤ پر صفر آرڈر تعامل ہے۔

$$2NH_3(g) \xrightarrow[\text{Pt catalyst}]{1130K} N_2(g) + 3H_2(g)$$

$$\text{شرح} = k[NH_3]^0 = k$$

اس تعامل میں پلیٹنم دھات وسیط کا کام کرتی ہے۔ اونچے دباؤ پر دھاتی سطح گیس کے سالمات سے سیر ہوجاتی ہے۔ لہٰذا تعامل کے حالات میں مزید تبدیلی کی وجہ سے وسیط کی سطح پر امونیا کی مقدار میں تبدیلی نہیں آتی لہٰذا تعامل کی شرح اس کے ارتکاز سے مبرا ہوجاتی ہے۔ گولڈ کی سطح پر HI کی حرارتی تحلیل صفر آرڈر تعامل کی ایک اور مثال ہے۔

اس گروپ کے تعاملات میں شرح تعامل متعامل R کے ارتکاز کی قوت نما کے متناسب ہوتا ہے۔ مثلاً

4.3.2 فرسٹ آرڈر تعاملات (First Order Reaction)

$$R \rightarrow P$$

$$\text{شرح} = -\frac{d[R]}{dt} = k[R]$$

$$\text{یا} \quad \frac{d[R]}{[R]} = -kdt$$

اس مساوات کا تکملہ کرنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$[R] = -kt + I \quad (4.8)$$

دوبارہ، I تکملہ کا مستقلہ ہے اور اس کی قدر کا تعین بآسانی کیا جاسکتا ہے۔

جب $t = 0$، $R = [R]_0$ جہاں $[R]_0$ متعامل کا ابتدائی ارتکاز ہے۔

اس لیے، مساوات (4.8) کو مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاسکتا ہے۔

$$[R]_0 = -k \times 0 + I$$

$$[R]_0 = I$$

مساوات (4.8) میں I کی قدر رکھنے پر

$$\ln[R] = -kt + \ln[R]_0 \quad (4.9)$$

مساوات کو ازسرِنو ترتیب دینے پر

$$\ln\frac{[R]}{[R]_0} = -kt$$

$$\text{یا} \quad k = \frac{1}{t}\ln\frac{[R]_0}{[R]} \quad (4.10)$$

وقت t_1 پر مساوات (4.8) سے

$$^*\ln[R]_1 = -kt_1 + {}^*\ln[R]_0 \quad (4.11)$$

وقت t_2 پر

$$\ln[R]_1 = -kt_2 + \ln[R]_0 \quad (4.12)$$

جہاں $[R]_1$ اور $[R]_2$ بالترتیب t_1 اور t_2 وقفوں پر متعاملوں کے ارتکاز ہیں۔

(4.11) میں (4.12) کو گھٹانے پر

$$\ln[R]_1 - \ln[R]_2 = -kt_1 - (-kt_2)$$

$$\ln\frac{[R]_1}{[R]_2} = k(t_2 - t_1)$$

$$k = \frac{1}{(t_2 - t_1)}\ln\frac{[R]_1}{[R]_2} \quad (4.13)$$

مساوات (4.9) کو مندرجہ ذیل طریقے سے بھی لکھا جاسکتا ہے۔

$$\ln\frac{[R]}{[R]_0} = -kt$$

دونوں جانب کا antilog لینے پر

(4.14) $$[R] = [R]_0 e^{-kt}$$

مساوات (4.9) کا y = mx + c سے موازنہ کرنے پر، اگر ہم In[R] اور t کے مابین گراف بناتے ہیں۔
(شکل 4.4) تو ہمیں ایک خط مستقیم حاصل ہوتا ہے جس کا سلوپ = $-k$ اور خط قاطع $\ln[R]_0$ ہے۔
فرسٹ آرڈر شرح تعامل (4.10) مندرجہ ذیل شکل میں بھی لکھی جاسکتی ہے۔

(4.15) $$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{[R]_0}{[R]}$$

$$\log \frac{[R]_0}{[R]} = \frac{kt}{2.303}$$

اگر ہم $\log [R]_0/[R]$ اور t کے درمیان گراف بناتے ہیں (شکل 4.5) تو سلوپ= $k/2.303$ ہے
ایتھین کا ہائڈروجینیشن فرسٹ آرڈر تعامل کی ایک مثال ہے۔

$$C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$$

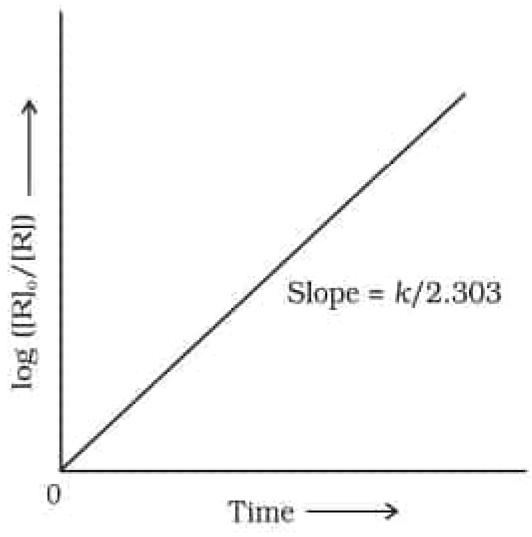
شرح= $k[C_2H_4]$

غیر مستحکم نیوکلیس کے تمام قدرتی اور مصنوعی تابکار decay فرسٹ آرڈر حرکیات کے ذریعہ عمل پذیر ہوتے ہیں۔

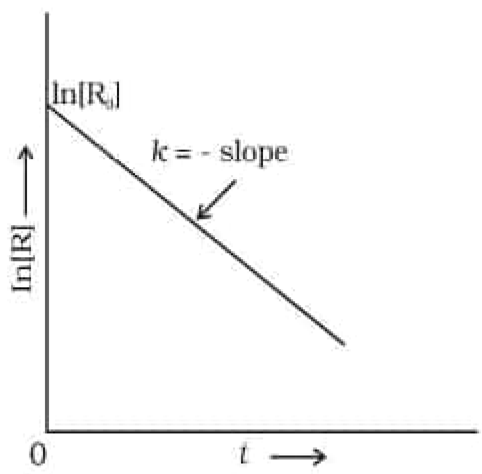
$$^{226}_{88}Ra \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{222}_{86}Rn$$

شرح= $k[Ra]$

N_2O_5 اور N_2O کی تحلیل فرسٹ آرڈر تعاملات کی کچھ اور مثالیں لیں۔



شکل 4.5: فرسٹ آرڈر تعامل کے لیے $\log [R]_0/[R]$ اور وقت کے درمیان گراف



شکل 4.4: فرسٹ آرڈر تعامل کے لیے In[R] اور t کا پلاٹ

*In اور log کے لیے ضمیمہ IV ملاحظہ کیجیے

مثال 4.5 318K پر مندرجہ ذیل فرسٹ آرڈر تعامل میں N_2O_5 کا ابتدائی ارتکاز 1.24×10^{-2} mol L^{-1} 60 کے بعد N_2O_5 کا $N_2O_5(g) \rightarrow 2\ NO_2(g) + 1/2O_2\ (g)$ ارتکاز 0.20×10^{-2} mol L^{-1} پر تعامل کا مستقلہ معلوم کیجیے۔

حل فرسٹ آرڈر تعامل کے لیے

$$\log\frac{[R]_1}{[R]_2} = \frac{k(t_2 - t_1)}{2.303}$$

$$k = \frac{2.303}{(t_2 - t_1)}\log\frac{[R]_1}{[R]_2}$$

$$= \frac{2.303}{(60\,\text{min} - 0\,\text{min})}\log\frac{1.24\times10^{-2}\ \text{mol}\,L^{-1}}{0.20\times10^{-2}\ \text{mol}\,L^{-1}} =$$

$$= \frac{2.303}{60}\log 6.2\ \text{min}^{-1}$$

$$k = 0.0304\ \text{min}^{-1}$$

آیئے عجیب وغریب فرسٹ آرڈر گیس فیز تعامل پر غور کرتے ہیں۔

$$A(g) \rightarrow B(g) + C(g)$$

مان لیجیے کہ A کا ابتدائی ارتکاز p_1 اور وقت t پر کل دباؤ p_t ہے۔اس قسم کے تعامل کے لیے تکملی شرح مساوات مندرجہ ذیل طریقے سے اخذ کی جاسکتی ہے۔

(دباؤ اکائیاں) $p_t = p_A + p_B + p_C$ کل دباؤ

p_A، p_B اور p_C بالترتیب A، B اور C کے جزوی دباؤ ہیں۔

اگر وقت t پر A کے دباؤ میں کمی X atm ہے نیز B اور C میں سے ہر ایک کا ایک مول تشکیل پاتا ہے تو B اور C کے دباؤ میں اضافہ بھی X atm ہوگا۔

	A(g)	→	B(g)	+	C(g)
At $t = 0$	p_i atm		0 atm		0 atm
At time t	$(p_i - x)$ atm		x atm		x atm

جہاں (p)t=O پر ابتدائی

$$p_t = (p_1 - x) + x + x = p_1 + x$$

$$x = (p_t - p_1)$$

$p_A = p_1 - x = p_1 - (p_t - p_1)$ جہاں

$$= 2p_1 - p_t$$

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\left(\log\frac{p_i}{p_A}\right)$$

$$= \frac{2.303}{t} \log \frac{p_i}{(2p_i - p_t)}$$

مثال 4.6

مستقل حجم پر $N_2O_5(g)$ کے فرسٹ آرڈر حرارتی تحلیل کے دوران حاصل ہونے والے اعداد وشمار مندرجہ ذیل ہیں۔

$$2N_2O_5(g) \rightarrow 2N_2O_4(g) + O_2(g)$$

نمبر شمار	وقت/S	کل دباؤ/(atm)
1	0	0.5
2	100	0.512

شرح مستقلہ کی تحسیب کیجیے۔

حل

مان لیجیے کہ $N_2O_5(g)$ کے دباؤ میں تخفیف 2 x atm ہے۔ کیونکہ N_2O_5 کے دو مول تحلیل ہوکر $N_2O_5(g)$ کے دو مول اور $O_2(g)$ کا ایک مول بناتے ہیں تو $N_2O_5(g)$ کے دباؤ میں 2 x atm کا اضافہ ہوتا ہے اور $O_2(g)$ کے دباؤ میں X atm کا اضافہ ہوتا ہے۔

	$2N_2O_5(g)$	$\rightarrow$ $2N_2O_4(g)$	+ $O_2(g)$
Start $t = 0$	0.5 atm	0 atm	0 atm
At time t	(0.5 – 2x) atm	2x atm	x atm

$p_t = p_{N_2O_5} + p_{N_2O_4} + p_{O_2}$

$= (0.5 - 2x) + 2x + x = 0.5 + x$

$x = p_t - 0.5$

$p_{N_2O_5} = 0.5 - 2x$

$= 0.5 - 2\,(p_t - 0.5) = 1.5 - 2p_t$

At $t = 100$ s; $p_t = 0.512$ atm

$= 1.5 - 2 \times 0.512 = 0.476$ atm

Using equation (4.16)

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{p_i}{p_A} = \frac{2.303}{100\,s} \log \frac{0.5\,atm}{0.476\,atm}$$

$$= \frac{2.303}{100\,s} \times 0.0216 = 4.98 \times 10^{-4}\,s^{-1}$$

4.3.3 تعامل کی نصف عمر (Half-Life of a Reaction)

کسی تعامل کی نصف عمر وہ وقفہ ہے جس میں کسی متعامل کا ارتکاز اس کے ابتدائی ارتکاز کا نصف رہ جاتا ہے۔ اسے $t_{1/2}$ سے ظاہر کرتے ہیں۔

صفر آرڈر تعامل کے لیے شرح مستقلہ مساوات 4.7 کے مطابق دیا جاتا ہے۔

$$k = \frac{[R]_0 - [R]}{t}$$

$$\text{At } t = t_{1/2}, \quad [R] = \frac{1}{2}[R]_0$$

$t_{1/2}$ پر شرح مستقلہ مندرجہ ذیل ہوجاتا ہے۔

$$k = \frac{[R]_0 - 1/2[R]_0}{t_{1/2}}$$

$$t_{1/2} = \frac{[R]_0}{2k}$$

یہ واضح ہے کہ صفر آرڈر تعامل کے لیے $t_{1/2}$ متعاملوں کے ابتدائی ارتکاز کے سیدھے تناسب میں اور شرح مستقلہ کے معکوس تناسب میں ہوتا ہے۔

فرسٹ آرڈر تعامل کے لیے

$$[R]_n = [R]_0 - 0.999[R]_0$$

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{[R]_0}{[R]} \qquad (4.15)$$

$$\text{at } t_{1/2}\,[R] = \frac{[R]_0}{2} \qquad (4.16)$$

لہٰذا مندرجہ بالا تعامل ہوجاتا ہے

$$k = \frac{2.303}{t_{1/2}}\log\frac{[R]_0}{[R]/2}$$

یا $t_{1/2} = \frac{2.303}{k}\log 2$

$$t_{1/2} = \frac{2.303}{k}\times 0.301$$

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$$

یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ فرسٹ آرڈر تعامل کے لیے نصف عمر مستقل دیتی ہے یعنی یہ تعامل میں حصہ لینے والی اسپیشیز کے ابتدائی ارتکاز سے مبرا ہوتا ہے۔ فرسٹ آرڈر مساوات کے لیے نصف عمر کی تحسیب شرح مستقلہ سے بآسانی کی جاسکتی ہے۔

صفر آرڈر تعامل کے لیے $t_{1/2} \propto [R]_0$ ہے۔ فرسٹ آرڈر تعامل کے لیے $t_{1/2}$ کا انحصار $[R]_0$ پر نہیں ہے۔

مثال 4.7 ایک فرسٹ آرڈر تعامل کا شرح مستقلہ $k = 5.5 \times 10^{-14}\ s^{-1}$ ہے۔ تعامل کی نصف عمر معلوم کیجیے۔

حل فرسٹ آرڈر تعامل کے لیے نصف عمر مندرجہ ذیل ہے۔

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$$

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{5.5\times10^{-14}S^{1}} = 1.26\times10^{13}S$$

مثال 4.8 دکھائیے کہ فرسٹ آرڈر تعامل میں 99.9% کی تکمیل کے لیے مطلوبہ وقت تعامل نصف عمر ($t_{1/2}$) کا 10 گنا ہے۔

حل جب تعامل 99.9% مکمل ہوجاتا ہے،

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{[R]_0}{[R]}$$

$$= \frac{2.303}{t}\log 10^3 = \frac{2.303}{t}\log\frac{[R]_0}{[R]_0 - 0.999[R]_0}$$

t= 6.909/k

تعامل کی نصف عمر کے لیے

t1/2 = 0.693/k

$$\frac{t}{t_{1/2}} = \frac{6.909}{k} \times \frac{k}{0.693} = 10$$

صفر اور فرسٹ آرڈر تعاملات کے لیے تکمیلی کلیہ کی ریاضیاتی خصوصیات کا خلاصہ جدول 4.4 میں دیا گیا ہے۔

جدول 4.4 صفر اور فرسٹ آرڈر تعاملات کے لیے تکمیلی شرح کلیہ

آرڈر	تعامل کی قسم	Differential	تفرقی شرح کلیہ	مستقیم خط پلاٹ	نصف عمر	k کی اکائیاں
0	$R \rightarrow P$	$d[R]/dt = -k$	$kt = [R]_0 - [R]$	[R] vs t	$[R]_0/2k$	conc time^{-1} or mol $L^{-1}s^{-1}$
1	$R \rightarrow P$	$d[R]/dt = -k[R]$	$[R] = [R]_0 e^{-kt}$ or kt = ln{[R]0/[R]}	ln[R] vs t	ln 2/k	time^{-1} or s^{-1}

بعض اوقات تعامل کا آرڈر حالات کی وجہ سے تبدیل ہو جاتا ہے۔ایسے کئی تعاملات ہیں جو فرسٹ آرڈر شرح اصول کی پابند ہیں اگر چہ حقیقت میں وہ اعلیٰ سطح کے تعاملات ہوتے ہیں۔ ایتھائل ایسی ٹیٹ کا ہائڈرولس جو ایتھائل ایسی ٹیٹ اور پانی کے مابین ہونے والا ایک کیمیائی تعامل ہے۔دراصل سیکنڈ آرڈر تعامل ہے جو ایتھائل ایسی ٹیٹ اور پانی دونوں کے تعامل کی شرح پر اثر انداز ہوتا ہے۔لیکن ہائڈرولسس کے لیے پانی بہت زیادہ مقدار میں استعمال ہوتا ہے جس کی وجہ سے تعامل میں پانی کی ارتکاز پر بہت کم اثر پڑتا ہے۔اس لیے تعامل کی شرح پر محض ایتھائل ایسی ٹیٹ کے ارتکاز میں تبدیلی کا اثر پڑتا ہے مثال کے لیے 10ml پانی کے ذریعے 0.01mol ایتھائل ایسی ٹیٹ کے ہائڈرولسس کے دوران شروع میں (t = 0) اور تعامل کے مکمل ہونے پر (t) موجود متعدد تعاملات اور حاصل مقدار ذیل میں دی گئی ہیں:

$$CH_3COOC_2H_5 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3COOH + C_2H_5OH$$

t=0	0.01 mol	10 mol	0 mol	0 mol
t	0 mol	9.9 mol	0.01 mol	0.01 mol

تعامل کے دوران پانی کے ارتکاز میں بہت زیادہ تبدیلی نہیں آتی۔ اس لیے شرح مساوات میں رکن $[H_2O]$ کو مستقلہ کے طور پر لیا جاتا ہے۔ اس طرح مساوات ہوجاتی ہے تعامل فرسٹ آرڈر تعامل کے جیسا طرز عمل ظاہر کرتا ہے۔ اس قسم کے تعاملات کا ذب فرسٹ آرڈر تعاملات کہلاتے ہیں۔

گنے کی چینی کا inversion کا ذب فرسٹ آرڈر تعامل کی ایک اور مثال ہے۔

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{H^+} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

گنے کی چینی گلوکوز فرکٹوز

$$\text{شرح} = k\,[C_{12}H_{22}O_{11}]$$

متن پر مبنی سوالات

4.5 ایک فرسٹ آرڈر تعامل کا شرح مستقلہ $1.15\times10^{-3}\,s^{-1}$ ہے۔ اس تعامل کے 5g کی 3g میں تحویل ہونے میں کتنا وقت لگے گا؟

4.6 SO_2Cl_2 60 منٹ میں تحلیل ہوکر اپنی اصل مقدار کا نصف رہ جاتا ہے۔ اگر تحلیل کا عمل ایک فرسٹ آرڈر تعامل ہے تو تعامل کا شرح مستقلہ معلوم کیجیے۔

4.4 شرح تعامل کا درجۂ حرارت پر انحصار (Tempreture Dependece of the Rate of a Reaction)

زیادہ تر تعاملات درجۂ حرارت میں اضافہ ہونے پر تیزی پکڑ لیتے ہیں۔ مثال کے طور پر N_2O_5 کی تحلیل میں، ابتدائی مقدار سے نصف مقدار کی تحلیل 50°C پر 12 منٹ ہیں، 25°C پر 5 گھنٹے میں اور 0°C پر 10 دن میں ہوتی ہے۔ آپ یہ بھی جانتے ہیں کہ پوٹاشیم پرمینگنیٹ $(KMnO_4)$ اور آکزیلک ایسڈ $(H_2C_2O_4)$ کے آمیزے میں، پوٹاشیم پرمینگنیٹ کے رنگ اڑنے کا عمل زیادہ درجۂ حرارت پر کم درجۂ حرارت کے مقابلے میں تیزی سے ہوتا ہے۔

یہ بھی دیکھا گیا ہے کہ کسی کیمیائی تعامل میں درجۂ حرارت میں 10° کا اضافہ اس کے شرح مستقلہ کو تقریباً دو گنا کردیتا ہے۔

شرح تعامل کے درجۂ حرارت پر انحصار کی تشریح آرہینیس مساوات (4.18) کی مدد سے بالکل صحیح صحیح کی جاسکتی ہے۔ اسے سب سے پہلے ڈچ کیمیاداں جے ایچ وانٹ ہاف نے تجویز کیا تھا مگر سویڈن کے کیمیاداں آرہینیس نے اس کا طبعی جواز اور توضیح پیش کی۔

$$k = A\,e^{-Ea/RT} \qquad (4.18)$$

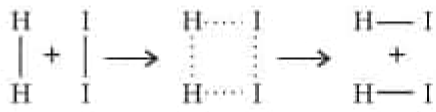
یہاں A آرہینیس فیکٹر یا فریکوئنسی فیکٹر ہے۔ اسے پیش قوت نما فیکٹر (pre-exponential factor) بھی کہتے ہیں۔ یہ کسی مخصوص تعامل کے لیے مستقل ہوتا ہے۔ R گیس مستقلہ ہے اور E_a ایکٹیویشن توانائی ہے جس کی پیمائش جول فی مول $(J\ mol^{-1})$ میں ہے۔

اسے مندرجہ ذیل سادہ تعامل کی مدد سے واضح طور پر سمجھا جاسکتا ہے۔

$$H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$$

آرہینس کے مطابق یہ تعامل صرف اسی وقت ہوسکتا ہے جب ایک سالمہ ہائڈروجن کا، ایک سالمہ آیوڈین کا متصادم ہوکر غیر متوازن انٹرمیڈیٹ بناتے ہیں۔ (شکل 4.6) یہ انٹرمیڈیٹ بہت معمولی وقفہ کے لیے ہی باقی رہتا ہے اورٹوٹ کر ہائڈروجن آیوڈائڈ کے دوسالمات بناتا ہے۔

اس انٹرمیڈیٹ جسے ایکٹیوٹیڈ کمپلیکس (C) کہتے ہیں، کی تشکیل کے لیے درکار توانائی ایکٹیویشن توانائی (E_a) کہلاتی ہے۔ بالقوۃ توانائی اور تعامل کو آرڈینیٹ کے مابین کھینچے گئے گراف سے شکل 4.7 حاصل ہوتی ہے۔ تعامل کو آرڈینیٹ متعاملوں کی ماحصلات میں تبدیلی کے دوران توانائی کی تبدیلی کا خاکہ پیش کرتا ہے۔

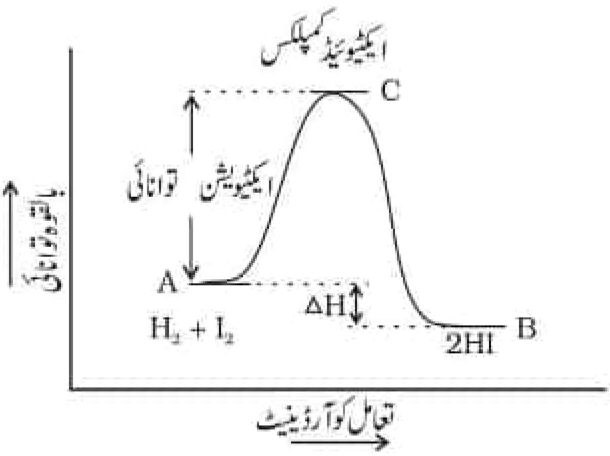


شکل 4.6 : انٹرمیڈیٹ کے ذریعہ HI کی تشکیل

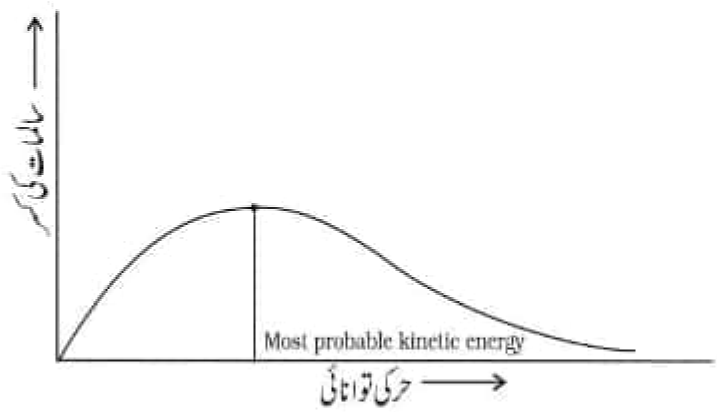
جب کمپلیکس تحلیل ہوکر ماحصلات کی تشکیل کرتا ہے تو کچھ توانائی خارج ہوتی ہے۔ لہٰذا تعامل کی حتمی حرارت متعامل اور ماحصلات کی نوعیت پر منحصر ہوتی ہے۔

تعامل میں حصہ لینے والی اسپیشیز کے سبھی سالمات کی حرکی توانائی یکساں نہیں ہوتی۔ کیونکہ کسی ایک سالمہ کے طرز عمل کی پیشین گوئی بہت زیادہ درستگی صحت کے ساتھ کرنا ایک مشکل امر ہے لہٰذا لڈوگ بولٹز مین اور جیمس کلارک ویل نے سالمات کی کثیر تعداد کے طرز عمل کی پیشین گوئی کرنے کے لیے شماریات کا استعمال کیا۔ ان کے مطابق حرکی توانائی کی تقسیم کو دی گئی حرکی توانائی والے سالمات کی کسر (N_E/N_T) اور حرکی توانائی (E) کے مابین گراف کھینچ کر بیان کیا جاسکتا ہے۔ (شکل 4.8)۔ یہاں N_E، حرکی توانائی E والے سالمات کی تعداد ہے اور N_T سالمات کی کل تعداد ہے۔

گراف کی چوٹی اغلب ترین (most probabble) حرکی توانائی یعنی سالمات کی اعظم کسر کی حرکی توانائی کے نظیری ہوتا ہے۔ اس توانائی سے کم یا زیادہ توانائی والے سالمات کی تعداد کم ہوتی ہے۔ جب درجۂ

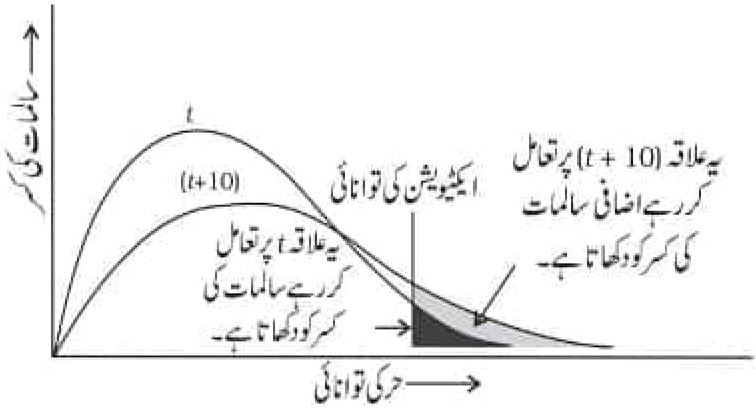


شکل 4.7 : بالقوۃ توانائی اور تعامل کو آرڈینیٹ کے درمیان گراف کو ظاہر کرنے والا ڈائیگرام



شکل 4.8 : گیسی سالمات میں توانائیوں کو ظاہر کرنے والا تقسیمی انحنا

حرارت میں اضافہ ہوتا ہے تو منحنی کی چوٹی زیادہ توانائی کی طرف کھسک جاتی ہے (شکل 4.9) اور منحنی چوڑا ہو جاتا ہے یعنی دائیں طرف اس طرح پھیل جاتا ہے تاکہ زیادہ توانائی والے سالمات کا تناسب زیادہ رہے۔ منحنی کے تحت آنے والا رقبہ مستقل ہونا چاہئے کیونکہ ہر وقت کل احتمال ایک ہونا چاہیے۔ ہم Ea کی نشاندہی میکس ویل بولٹز مین تقسیم منحنی پر کر سکتے ہیں۔



شکل 4.9 :شرح تعامل کے درجہ حرارت پر انحصار کو ظاہر کرنے والا انحنا

کسی شے کے درجۂ حرارت میں اضافہ ان سالمات کی کسر میں اضافہ کر دیتا ہے جو E_a سے زیادہ توانائی کے ساتھ ٹکراتے ہیں۔ ڈائیگرام سے یہ واضح ہے کہ (t+10) پر منحنی میں ایکٹیویشن توانائی سے زیادہ یا اس کے مساوی توانائی والے سالمات کی کسر کے ذریعہ دکھایا گیا رقبہ ہو جاتا ہے، نتیجتاً شرح تعامل دوگنا ہو جاتا ہے۔

آرہینیس مساوات (4.18) میں فیکٹر $k = Ae^{-Ea/RT}$ سے زیادہ حرکی توانائی والے سالمات کی کسر کے نظیری ہوتا ہے۔ مساوات (4.18) کے دونوں جانب لوگارتم لینے پر۔

$$lnK = -\frac{E_a}{RT} + lnA \qquad (4.19)$$

اسی طرح آرہینیس مساوات (4.18) سے یہ پایا گیا ہے کہ درجۂ حرارت میں اضافہ ایکٹیویشن توانائی میں کمی شرح تعامل میں اضافہ کا سبب ہوگی اور شرح مستقلہ میں قوت نمائی اضافہ ہوگا۔

شکل 4.10 میں $Slope = -\frac{E_a}{R}$ اور خط قاطع = lnA ہے۔ لہٰذا ان قدروں کا استعمال کر کے ہم Ea اور A کی تحسیب کر سکتے ہیں۔

درجہ حرارت T_1 پر، مساوات (4.19) مندرجہ ذیل ہے۔

$$\ln k_1 = -\frac{E_a}{RT_1} + \ln A \qquad (4.20)$$

درجۂ حرارت T_2 پر مساوات (4.19) مندرجہ ذیل ہے۔

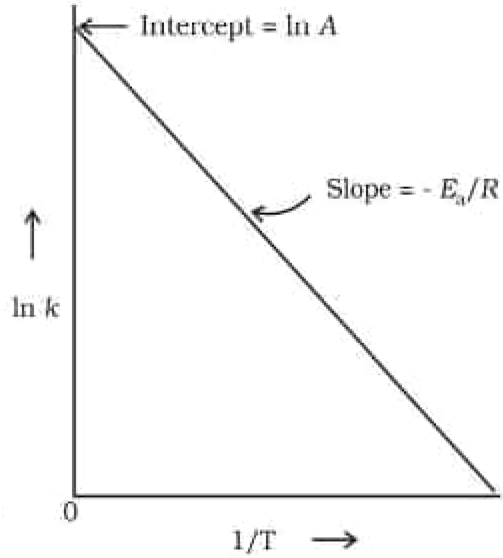
$$lnK_2 = -\frac{Ea}{RT_2} + lnA \qquad (4.21)$$

(کیونکہ A کسی دیے ہوئے تعامل کے لیے ایک مستقلہ ہے)

k_1 اور k_2 بالترتیب درجۂ حرارت T_1 اور k_2 پر شرح مستقلے ہیں۔ (4.20)

مساوات (4.21) میں سے کو گھٹانے پر

$$\ln k_2 - \ln k_1 = \frac{E_a}{RT_1} - \frac{E_a}{RT_2}$$



شکل 4.10: ln k اور 1/T کے درمیان پلاٹ

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R}\left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right]$$

$$\log \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.303R}\left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right] \quad (4.22)$$

$$\log \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.303R}\left[\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}\right]$$

مثال 4.9

500 k اور 700 k پر تعامل کے شرح مستقلے بالترتیب 0.025 اور 0.075^{-1} ہیں۔ Ea اور A قدریں معلوم کیجیے۔

حل

$$\log \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.303R}\left[\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}\right]$$

$$\log \frac{0.07}{0.02} = \left(\frac{E_a}{2.303 \times 8.314\, JK^{-1}mol^{-1}}\right)\left[\frac{700-500}{700 \times 500}\right]$$

$0.544 \;= E_a \quad 5.714 \quad 10^4/19.15$

$E_a = 0.544 \quad 19.15/5.714 \quad 10^4 = 18230.8$ J

کیونکہ $k = Ae^{-Ea/RT}$

$0.02 = Ae^{-18230.8/8.314 \quad 500}$

$A \;= 0.02/0.012 = 1.61$

مثال 4.10

600K پر ایتھائل آیوڈائڈ کی تحلیل کے لیے فرسٹ آرڈر شرح مستقلہ $1.60 \quad 10\text{–}5$ s-1 ہے جس کی مساوات ذیل میں دی گئی ہے۔

$$C_2H_5I(g) \rightarrow C_2H_4\,(g) + HI(g)$$

اس کی ایکٹیویشن توانائی 209 kj mol ہے۔ 700 k پر تعامل کا شرح مستقلہ معلوم کیجیے۔

حل

ہم جانتے ہیں کہ

$$\log k_2 - \log k_1 = \frac{E_a}{2.303R}\left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right]$$

$$\log k_2 \log k_1 + \frac{E_a}{2.303R}\left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right]$$

$$= \log(1.60 \times 10^{-5}) + \frac{209000\,\text{J mol L}^{-1}}{2.303 \times 8.314\,\text{J mol L}^{-1}\text{K}^{-1}}\left[\frac{1}{600\,\text{K}} - \frac{1}{700\,\text{K}}\right]$$

$\log k_2 \quad = -4.796 + 2.599 = -2.197$

$k_2 \quad = 6.36 \times 10^{-3} \;\; s^{-1}$

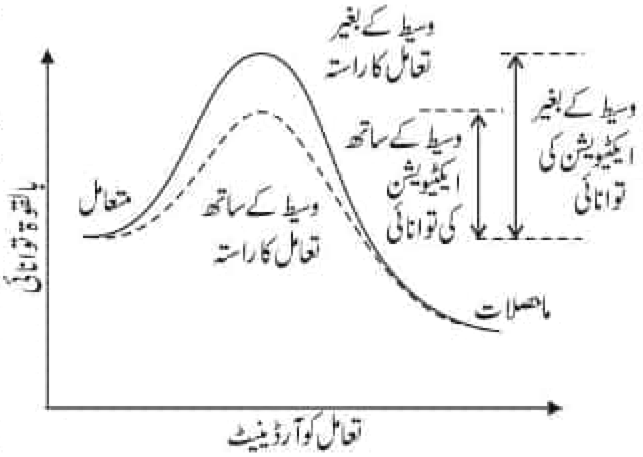
4.4.1 وسیط کا اثر (Effect of Catalyst)

وسیط وہ شے ہے جو اپنے اندر کسی قسم کی مستقل کیمیائی تبدیلی کے بغیر تعامل کو تبدیل کر دیتی ہے۔ مثال کے طور پر M_nO_2 مندرجہ ذیل تعامل کو کٹیلائز کر کے اس کی شرح کو قابل لحاظ حد تک بڑھا دیتا ہے۔

$$2KClO_3 \xrightarrow{MnO_2} 2\ KCl + 3O_2$$

وسیط کے عمل کی تشریح انٹرمیڈیٹ کمپلیکس تھیوری کی بنیاد پر کی جا سکتی ہے اس کے نظریے کے مطابق ایک وسیط کیمیائی تعامل میں حصہ لے کر متعاملوں کے ساتھ عارضی بانڈ بناتا ہے جس کے نتیجے میں انٹرمیڈیٹ کمپلیکس بنتا ہے۔ اس کا عبوری وجود ہوتا ہے اور یہ تحلیل ہو کر ماحصلات اور وسیط کی تشکیل کرتا ہے۔

یہ مانا جاتا ہے کہ وسیط متعامل اور ماحصلات کے درمیان ایکٹیویشن توانائی کو کم کر کے نتیجتاً بالقوۃ توانائی بیریئر کو کم کر کے ایک متبادل راستہ یا تعامل میکانزم فراہم کرتا ہے جیسا کہ شکل 4.11 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل **4.11** : ایکٹیویشن توانائی پر وسیط کا اثر

آرہینس مساوات (4.18) سے یہ بات بالکل واضح ہے کہ ایکٹیویشن توانائی جتنی کم ہوگی تعامل کی شرح اتنی ہی زیادہ ہوگی۔

کسی وسیط کی بہت کم مقدار اور متعاملوں کی بہت زیادہ مقدار کو کٹیلائز کر سکتی ہے۔ وسیط تعامل کی گبس توانائی، ΔG میں تبدیلی نہیں لاتا۔ یہ خود بخود ہونے والے تعاملات کو کٹیلائز کرتا ہے مگر خود بخود نہ ہونے والے تعاملات کو کٹیلائز نہیں کرتا۔ یہ بھی دیکھا گیا ہے کہ وسیط تعامل کے توازن مستقلہ میں تبدیلی نہیں لاتا بلکہ تیزی کے ساتھ توازن قائم کرنے میں مدد کرتا ہے یعنی یہ آگے کی سمت (forward) اور پیچھے کی سمت (backward) دونوں تعاملات کو یکساں حد تک کیٹلائز کرتا ہے تاکہ توازن کی حالت یکساں رہے لیکن جلد قائم ہو جائے۔

4.5 کیمیائی تعاملات کا نظریہ تصادم (Collision Theory of Chemical Reactions)

حالانکہ آرہینس مساوات کا نفاذ حالات کی ایک وسیع رینج پر ہوتا ہے مگر نظریہ تصادم جسے Max tautz اور ولیم لیوئس نے 18-1916 میں تجویز کیا تھا، تعاملات کے توانائی اور میکانزم سے وابستہ پہلوؤں پر زیادہ روشنی ڈالتا ہے۔ یہ گیسوں کے حرکی نظریہ پر مبنی ہے۔ اس نظریہ کے مطابق، تعاملات کے سالمات سخت کرہ تصور کیے جاتے ہیں اور تعامل کا ہونا سالمات کے آپسی تصادم سمجھا جاتا ہے۔ تعامل آمیزہ کے فی اکائی حجم میں فی سیکنڈ تصادم کی مقدار تصادم سالمات (Z) کہلاتی ہے۔ دوسرا عوامل جو کہ کیمیائی تعاملات کی شرح کو متاثر کرتا ہے وہ ایکٹیویشن توانائی ہے (جیسا کہ ہم پہلے ہی مطالعہ کر چکے ہیں) ایک دو سالماتی ابتدائی تعامل کے لیے

$$A + B \rightarrow \text{ماحصلات}$$

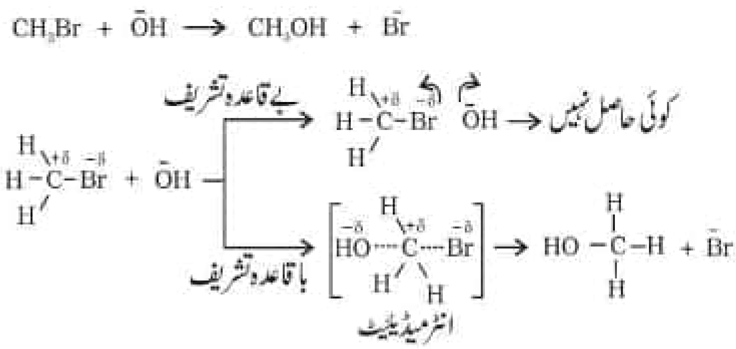
شرح تعامل کو مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$\text{شرح} = Z_{AB}e^{-E_a/RT} \qquad (4.23)$$

جہاں Z_{AB} تعامل A اور B کی تصادم سرعت کو ظاہر کرتا ہے اور $e^{-Ea/RT}$ ان سالمات کی کسر کو ظاہر کرتا ہے جن کی توانائیاں Ea کے مساوی نہیں یا زیادہ ہیں۔ مساوات (4.23) کا موازنہ آرہینس مساوات سے کرنے پر ہم کہہ سکتے ہیں کہ A کا تعلق تصادم سرعت سے ہے۔

مساوات (4.23) ایٹمی اسپیشیز یا سادہ سالمات پر مشتمل تعاملات کے شرح مستقلوں کی قدر کی بالکل صحیح صحیح پیشین گوئی کرتی ہے مگر کمپلیکس سالمات کے معاملے میں انحراف کا مشاہدہ کیا گیا ہے وجہ یہ ہوسکتی ہے کہ تمام تصادم ماحصلات کی تشکیل کا سبب نہیں ہوتے۔ وہ تصادم جن میں سالمات مناسب حرکی توانائی (جسے دہلیز توانائی کہتے ہیں) اور مناسب تشریق کے ساتھ ٹکراتے ہیں تاکہ متعامل اسپیشیز کے درمیان بانڈ ٹوٹنے کو آسان بناسکیں اور ماحصلات بننے کے لیے نئے بانڈ تشکیل دے سکیں مؤثر تصادم (effective collisions) کہلاتے ہیں۔

مثال کے طور پر بروموا تھین سے میتھانل کی تشکیل متعامل سالمات کی تشریق پر منحصر ہوتی ہے جیسا کہ شکل 4.12 میں دکھایا گیا ہے۔ متعامل سالمات کی مناسب تشریق کے سبب بانڈ کی تشکیل ہوتی ہے جبکہ غیر مناسب تشریق کی وجہ سے وہ واپس آجاتے ہیں اور کوئی ماحصل نہیں بنتا۔



شکل 4.12: بے قاعدہ اور باقاعدہ تشریق والے سالمات کو ظاہر کرنے والی ڈائیگرام

مؤثر تصادم کے لیے ذمہ دار ایک اور عوامل P جسے احتمال یا اسٹیرک فیکٹر کہتے ہیں، متعارف کیا گیا ہے۔ یہ اس حقیقت کو ظاہر کرتا ہے کہ تصادم میں سالمات کی تشریق مناسب ہونی چاہیے۔

$$\text{شرح} = PZ_{AB}e^{-E_a/RT}$$

اس طرح نظریہ تصادم میں ایکٹیویشن توانائی اور سالمات کی مناسب تشریق ایک ساتھ مؤثر تصادم اور اس وجہ سے شرح تعامل کے معیار کا تعین کرتے ہیں۔ نظریہ تصادم کی کئی خامیاں بھی ہیں کیونکہ اس میں ایٹم یا سالمات کو سخت کرہ تصور کیا جاتا ہے اور ان کے ساختی پہلو کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے۔ آپ اس نظریہ کا تفصیلی مطالعہ اعلیٰ جماعتوں میں کریں گے۔

* تعامل کرنے والی اسپیشیز کی + ایکٹیویشن توانائی = دہلیز توانائی

متن پر مبنی سوالات

4.7 شرح مستقلہ پر درجۂ حرارت کا کیا اثر ہوگا؟

4.8 مطلق درجۂ حرارت میں 298K سے 10K کا اضافہ کیمیائی تعامل کی شرح کو دوگنا کر دیتا ہے۔ Ea کی تحسیب کیجیے۔

4.9 مندرجہ ذیل تعامل کے لیے 581K پر ایکٹیویشن توانائی $209.5\ kJmol^{-1}$ ہے۔

$$2\ HI(g) \rightarrow H_2 + I_2\ (g)$$

ان متعامل سالمات کی کسر معلوم کیجیے جن کی توانائی ایکٹیویشن توانائی کے مساوی یا اس سے زیادہ ہے۔

خلاصہ

کیمیائی حرکیات کیمیائی تعاملات میں شرح تعامل، مختلف عوامل کا اثر، ایٹوں کی از سرنو ترتیب اور انٹرمیڈیٹ کی تشکیل کا مطالعہ ہے۔ تعامل کی شرح کا تعلق اکائی میں وقت متعاملوں کے ارتکاز میں کمی یا ماحصلات کے ارتکاز میں اضافہ سے ہے۔ اسے کسی مخصوص لمحہ میں لمحاتی شرح کے طور پر اور طویل وقفہ اوقات میں اوسط شرح کے طور پر ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ درجۂ حرارت، متعاملوں کا ارتکاز، وسیط جیسے متعدد عوامل تعامل کی شرح کو متاثر کرتے ہیں۔ تعامل کی شرح کا ریاضیاتی اظہار شرح کلیہ کے ذریعہ دیا جاتا ہے۔ اس کا تعین تجرباتی طور پر کیا جاتا ہے اس کی پیشین گوئی نہیں کی جاسکتی۔ کسی متعامل کی مناسبت سے تعامل کا آرڈر اس کے ارتکاز کا قوت نما ہے جو کہ شرح کلیہ مساوات میں ظاہر ہوتا ہے۔ تعامل کا آرڈر مختلف متعاملوں کے لیے ارکان کے ارتکاز کی تمام قوتوں کا حاصل جمع ہوتا ہے۔ شرح مستقلہ، شرح کلیہ میں تناسبت فیکٹر ہوتا ہے۔ شرح مستقلہ اور تعامل کا آرڈر شرح کلیہ یا اس کے تکملی شرح مساوات کے ذریعہ متعین کیا جاسکتا ہے۔ سالمیت کی تعریف صرف ابتدائی تعامل کے لیے ہی بیان کی جاتی ہے۔ اس کی قدر 1 سے 3 تک محدود ہوتی ہے جبکہ آرڈر 0، 1، 2، 3 اور یہاں تک کہ کسر میں بھی ہوسکتا ہے۔ ایک ابتدائی تعامل کے لیے سالمیت اور آرڈر یکساں ہوتے ہیں۔

شرح مستقلہ کا درجۂ حرارت پر انحصار آرہینیس مساوات ($k = Ae^{-Ea/RT}$) کے ذریعہ بیان کیا جاتا ہے۔ Ea، ایکٹیویشن توانائی ہے اور اسے ایکٹیویٹڈ کمپلیکس اور متعامل سالمات کے درمیان توانائی کے فرق کے طور پر پیش کیا جاتا ہے، اور A (آرہینیس فیکٹر یا پیش قوت نما فیکٹر) تصادم سرعت ہے۔ مساوات سے صاف طور پر یہ بات واضح ہے کہ درجۂ حرارت میں اضافہ یا Ea میں کمی کی وجہ سے شرح تعامل میں اضافہ ہوتا ہے اور وسیط کی موجودگی تعامل کے لیے متبادل راستہ فراہم کرکے ایکٹیویشن توانائی کو کم کر دیتی ہے۔ نظریہ تصادم کے مطابق ایک اور اسٹیرک فیکٹر P جو کہ متصادم ہونے والے سالمات کی تشریق پر منحصر ہوتا ہے، ایک اہم فیکٹر ہے اور مؤثر تصادم میں تعاون کرتا ہے، اس طرح آرہینیس مساوات کی اصلاح شکل $k = PZ_{AB}e^{-E_a/RT}$ ہے۔

مشق

4.1 مندرجہ ذیل تعاملات کے لیے شرح عبارت کی مدد سے تعامل کا آرڈر اور شرح مستقلوں کے ابعاد متعین کیجیے۔

(i) $3NO(g) \rightarrow N_2O\ (g)$ $Rate = k[NO]^2$

(ii) $H_2O_2\ (aq) + 3I^-\ (aq) + 2H^+ \rightarrow 2H_2O\ (l) +$ $Rate = k[H_2O_2][I^-]$

(iii) $CH_3CHO\ (g) \rightarrow CH_4\ (g) + CO(g)$ $Rate = k[CH_3CHO]^{3/2}$

(iv) $C_2H_5Cl\ (g) \rightarrow C_2H_2\ (g) + HCl\ (g)$ $Rate = k[C_2H_5Cl]$

4.2 تعامل $2A + B \rightarrow A_2B$ کے لیے شرح $k[A][B]_2$ ہے جہاں k کی قدر $2.0 \times 10^{-6}\ mol^{-2}\ L^2\ s^{-1}$ ہے۔ تعامل کی ابتدائی شرح معلوم کیجیے جب $[A] = 0.1\ mol\ L^{-1}$، $[B] = 0.2\ mol\ L^{-1}$ ہے۔ شرح تعامل کی تحسیب کیجیے جب $[A]$ کی قدر گھٹ کر $0.06\ mol\ L^{-1}$ رہ جائے۔

4.3 پلیٹنم کی سطح پر NH_3 کی تحلیل صفر آرڈر تعامل ہے۔ N_2 اور H_2 کے بننے کی شرحیں کیا ہیں اگر $k = 2.5 \times 10^{-4}\ mol^{-1}\ L\ s^{-1}$ ہے۔

4.4 ڈائی متھائل ایتھر کی تحلیل کے نتیجے میں CH_4، H_2 اور CO بنتے ہیں اور شرح تعامل مندرجہ ذیل ہے۔ یعنی

شرح $k\ [CH_3OCH_3]^{3/2}$

تعامل کی شرح کسی بند برتن میں دباؤ کو بڑھا کر، شرح مساوات کو ڈائی میتھائل ایتھر کے جزوی دباؤ کے ارکان میں بھی دیا جاسکتا ہے۔

شرح = $k\left(p_{CH_3OCH_3}\right)^{3/2}$

اگر دباؤ کی پیمائش بار میں اور وقت کی پیمائش منٹ میں کی جائے تو شرح اور مستقلوں کی اکائیاں کیا ہوں گی؟

4.5 ان عوامل کا تذکرہ کیجیے جو کیمیائی تعامل کی شرح کو متاثر کرتے ہیں۔

4.6 ایک تعامل متعامل کی مناسبت سے سیکنڈ آرڈر کا ہے۔ تعامل کی شرح پر کیا اثر ہوگا اگر متعامل کی ارتکاز

(i) دوگنا کر دیا جائے (ii) نصف رہ جائے

4.7 تعامل کے شرح مستقلہ پر درجۂ حرارت کا کیا اثر ہوتا ہے؟ شرح مستقلہ پر اس اثر کو درجۂ حرارت کے مقداری اعتبار سے کس طرح ظاہر کیا جاسکتا ہے۔؟

4.8 فرسٹ آرڈر تعامل میں مندرجہ ذیل نتائج اخذ کیے گئے۔

t/s	0	30	60	90
A/mol L^{-1}	0.55	0.31	0.17	0.085

30 تا 60 سیکنڈ کے وقفہ میں تعامل کی اوسط شرح معلوم کیجیے۔

4.9 ایک تعامل A میں فرسٹ آرڈر کا ہے اور B میں سیکنڈ آرڈر کا ہے۔

(i) تفرقی شرح مساوات لکھیے

(ii) B کے ارتکاز کو تین گنا کرنے پر شرح کس طرح متاثر ہوگی؟

(iii) اگر A اور B دونوں کا ارتکاز دوگنا کر دیا جائے تو شرح پر کیا اثر ہوگا؟

4.10 A اور B کے درمیان ہونے والے تعامل میں تعامل کی ابتدائی شرح (ro) کی A اور B کے مختلف ابتدائی ارتکاز کے لیے کی گئی پیمائش ذیل میں دی گئی ہے۔

A/ mol L^{-1}	0.20	0.20	0.40
B/ mol L^{-1}	0.30	0.10	0.05
r0/mol $L^{-1}s^{-1}$	5.07×10^{-5}	5.07×10^{-5}	1.43×10^{-4}

A اور B کی مناسبت سے تعامل کا آرڈر کیا ہے؟

4.11 تعامل کے حرکیاتی مطالعہ کے دوران مندرجہ ذیل نتائج اخذ کیے گئے۔

$2A + B \rightarrow C + D$

تجربہ	[A]/mol L^{-1}	[B]/mol L^{-1}	تشکیل کی ابتدائی شرح D/mol L^{-1} min^{-1}
I	0.1	0.1	6.0×10^{-3}
II	0.3	0.2	7.2×10^{-2}
III	0.3	0.4	2.88×10^{-1}
IV	0.4	0.1	2.40×10^{-2}

تعامل کے لیے شرح کلیہ اور شرح مستقلہ معلوم کیجیے۔

4.12 A کی مناسبت سے A اور B کے درمیان ہونے والا تعامل فرسٹ آرڈر کا ہے۔ اور B کی مناسبت سے صفر آرڈر کا ہے۔ مندرجہ ذیل جدول میں خالی جگہوں کو پُر کیجیے۔

تجربہ	[A]/ mol L^{-1}	[B]/ mol L^{-1}	ابتدائی شرح /mol L^{-1} min^{-1}
I	0.1	0.1	2.0×10^{-2}
II	–	0.2	4.0×10^{-2}
III	0.4	0.4	–
IV	–	0.2	2.0×10^{-2}

4.13 ذیل میں دیے گئے شرح مستقلوں کی مدد سے فرسٹ آرڈر تعامل کی نصف عمر معلوم کیجیے۔

(i) $200\ s^{-1}$ (ii) $2\ min^{-1}$ (iii) $4\ years^{-1}$

4.14 ^{14}C کے تابکار زیاں کی نصف عمر 5730 برس ہے۔ ایک قدیم آثار جو کہ لکڑی پر مشتمل دستکاری کی شکل میں ہے، زندہ درخت کی لکڑی کے مقابلے میں ^{14}C کی 80% مقدار موجود ہے نمونے کی عمر کا اندازہ لگایئے۔

4.15 گیس فیز میں 315K پر N_2O_5 کی تحلیل کے لیے اعداد و شمار مندرجہ ذیل جدول میں دیے گئے ہیں۔

$[2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2]$

t/s	0	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200
$10_2 \times [N_2O_5]$/molL^{-1}	1.63	1.36	1.14	0.93	0.78	0.64	0.53	0.43	0.35

(i) $[N_2O_5]$ اور t کے مابین گراف بنایئے۔

(ii) تعامل کی نصف عمر معلوم کیجیے۔

(iii) $\log [N_2O_5]$ اور t کے مابین گراف بنایئے۔

(iv) شرح کلیہ کیا ہے؟

(v) شرح مستقلہ کی تحسیب کیجیے۔

(vi) k کی مدد سے نصف عمر معلوم کیجیے اور اس کا موازنہ (ii) سے کیجیے۔

4.16 فرسٹ آرڈر تعامل کے لیے شرح مستقلہ $60\ s^{-1}$ ہے۔ کتنی مدت کے بعد متعامل اپنے ابتدائی ارتکاز کا 16 / 1 واں حصہ رہ جائے گا؟

4.17 ایک ایٹمی دھماکہ کے دوران پیدا ہونے والے ماحصلات میں سے ایک ^{90}Sr ہے جس کی نصف عمر 28.1 برس ہے۔ اگر ایک نومولودہ بچے میں کیلشیم کے بجائے ^{90}Sr کی 1μg مقدار جذب ہوتی ہے تو 10 برس کے بعد اور 60 برس کے بعد اس کی کتنی مقدار باقی رہے گی، اگر یہ تحولی اعتبار سے ضائع نہ ہوتی ہو۔

4.18 فرسٹ آرڈر تعامل کے لیے دکھایئے کہ 99% تعامل مکمل ہونے کے لیے درکار وقت 90% تعامل ہونے کے لیے درکار وقت کا دوگنا ہوتا ہے۔

4.19 ایک فرسٹ آرڈر تعامل کے 30% تحلیل ہونے میں 40 منٹ لگتے ہیں۔ $t_{1/2}$ کی تحسیب کیجیے۔

4.20 543K پر ایزوآئسو پروپین (Azoisopropane) کی ہیکسین اور نائٹروجن میں تحلیل کے لیے مندرجہ ذیل اعداد و شمار اخذ کیے گئے ہیں۔

t (sec)	P (mm of Hg)
0	35-0
360	54.0
720	63.0

شرح مستقلہ کی تحسیب کیجیے۔

4.21 مستقل حجم پر SO_2Cl_2 کی فرسٹ آرڈر حرارتی تحلیل کے دوران مندرجہ ذیل اعداد و شمار حاصل ہوئے ہیں۔

$$SO_2Cl_2\ (g) \rightarrow SO_2\ (g) + Cl_2\ (g)$$

تجربہ	وقت / s^{-1}	کل دباؤ / atm
1	0	0.5
2	100	0.6

جب کل دباؤ 0.65 atm ہو تو تعامل کی شرح معلوم کیجیے۔

4.22 مختلف درجہ حرارت پر N_2O_5 کی تحلیل کے لیے شرح مستقلہ نیچے دیے گئے ہیں

T/°C	0	20	40	60	80
$10^5 \times k s^{-1}$	0.0788	1-70	25-7	178	2140

K اور 1/T کے مابین گراف کھینچیے نیز A اور Ea کی تحسیب کیجیے۔ 30° اور 50°C پر شرح مستقلہ کی پیشین گوئی کیجیے۔

4.23 546K پر ہائڈروکاربن کی تحلیل کے لیے شرح مستقلہ $2.418 \times 10^{-5}\ s^{-1}$ ہے۔ اگر ایکٹیویشن توانائی 179.9 kJ/mol ہو تو پیش قوت نما فیکٹر کی قدر کیا ہوگی؟

4.24 ایک تعامل A → Products پر غور کیجیے جس میں $k = 2.0 \times 10^{-2} s^{-1}$ ہے۔ اگر A کا ابتدائی ارتکاز $1.0\ mol\ L^{-1}$ ہو تو 100 کے بعد بچے ہوئے A کا ارتکاز معلوم کیجیے۔

4.25 ایسڈ محلول کے اندر گلوکوز اور فرکٹوز میں سکروز کی تحلیل فرسٹ آرڈر شرح کلیہ کے مطابق ہوتی ہے جس میں $t_{1/2} = 3.00$ گھنٹہ ہے۔ 8 گھنٹوں کے بعد سکروز کے نمونے کی کتنی کسر باقی بچے گی؟

4.26 ہائڈروکاربن کی تحلیل مندرجہ ذیل مساوات کے مطابق ہوتی ہے۔

$$k = (4.5 \times 10^{11} s^{-1})\ e^{-28000K/T}$$

E_a کی تحسیب کیجیے۔

4.27 H_2O_2 کی فرسٹ آرڈر تحلیل کے لیے شرح کلیہ مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ دیا گیا ہے۔

$$\log k = 14.34 - 1.25 \times 10^4\ K/T$$

اس تعامل کے لیے E_a کی تحسیب کیجیے اور کس درجۂ حرارت پر اس کی نصف عمر 256 منٹ ہوگی؟

4.28 $10_C{}^0$ پر A کی ماحصلات میں تحلیل کے لیے K کی قدر $4.5 \times 10^3\ s^{-1}$ ہے اور ایکٹیویشن توانائی $60\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔ کس درجۂ حرارت پر k کی قدر $1.5 \times 10^4 s^{-1}$ ہوگی؟

4.29 298K پر فرسٹ آرڈر تعامل کے 10% مکمل ہونے میں لگنے والا وقت 308K پر 25% تعامل ہونے میں لگنے والے وقت کے مساوی ہے۔ اگر A کی قدر $4 \times 10^{10} s^{-1}$ ہو تو 318K پر K اور Ea کی تحسیب کیجیے۔

4.30 کسی تعامل کی شرح درجۂ حرارت میں 293K سے 313K تک اضافہ کرنے پر چار گنا ہو جاتی ہے۔ اس تعامل کے لیے ایکٹیویشن توانائی یہ فرض کرتے ہوئے معلوم کیجیے کہ اس کی قدر درجۂ حرارت کے ساتھ تبدیل نہیں ہوتی۔

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جواب

4.1 $r_{av} = 6.66 \times 10^{-6}\ Ms^{-1}$

4.2 A کے غائب ہونے کی شرح = شرح تعامل

$= 0.005\ mol\ litre^{-1} min^{-1}$

4.3 تعامل کا آرڈر 2 - 5 ہے۔

4.4 $X \rightarrow Y$

شرح $= k[X]^2$

شرح میں 9 گنا اضافہ ہوگا

4.5 $t = 444\ s$

4.6 $1.925 \times 10^{-4}\ s^{-1}$

4.8 $Ea = 52.897\ kJ\ mol^{-1}$

4.9 1.471×10^{-19}

یونٹ

5

سطحی کیمیا (Surface Chemistry)

5262CH05

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہوجائیں گے کہ

- درون سطحی (Interfacial) مظہر اور اس کی اہمیت کا بیان کرسکیں۔
- اتصاق (Adsorption) کی تعریف بیان کرسکیں گے اور طبیعی و کیمیائی اتصاق کے تحت اس کی درجہ بندی کر سکیں۔
- اتصاق کے میکانزم کی تشریح کرسکیں۔
- گیسوں اور محلولوں کی ٹھوسوں پر اتصاق کو کنٹرول کرنے والے عوامل کی تشریح کرسکیں۔
- فرانڈلک (Freundlich) اتصاق آئسوتھرم کی بنیاد پر اتصاق نتائج کی تشریح کرسکیں۔
- صنعتوں میں وسیط کے کردار کی اہمیت کو سمجھ سکیں۔
- کولائڈی حالت کی نوعیت کا بیان کرسکیں۔
- کولائڈوں کی تیاری، خصوصیات اور تخلیص کا بیان کرسکیں۔
- اِملشن (Emulsion) کی درجہ بندی کرسکیں گے نیز ان کی تیاری اور خصوصیات کا بیان کرسکیں۔
- جیل کی تشکیل (Gel formation) کے مظہر کا بیان کر سکیں۔
- کولائڈروں کے استعمال کی فہرست بناسکیں۔

کچھ اہم ترین کیمیا صنعتی پیمانے پر ان تعاملات کے ذریعے بنائے جاتے ہیں جو کہ وسیط کی سطح پر انجام پذیر ہوتے ہیں۔

سطحی کیمیا ایسے مظہر سے متعلق ہے جو کہ سطحوں یا انٹرفیس پر واقع ہوتے ہیں۔ انٹرفیس یا سطح کو جسیم حالتوں (Bulk phases) سے علیحدہ ظاہر کرنے کے لیے ہائفن یا سلیش کا استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ایک ٹھوس اور گیس کے درمیان انٹرفیس کو ٹھوس- گیس یا ٹھوس/گیس کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔ مکمل آمیزش کی وجہ سے گیسوں کے درمیان کوئی انٹرفیس نہیں ہوتا۔ سطحی کیمیا میں جن جسیم حالتوں سے ہمارا واسطہ پڑتا ہے وہ خالص مرکبات یا محلول ہوسکتے ہیں۔ انٹرفیس کی موٹائی عام طور سے چند سالمات تک ہی محدود رہتی ہے لیکن اس کا رقبہ جسیم فیز کے ذرات کے سائز پر منحصر ہوتا ہے۔ کئی اہم قابل غور مظاہر جیسے تاکل، الیکٹروڈ عمل، غیر متجانس عمل وسیط، تحلیل اور قلم سازی (Crystallisation) انٹرفیس پر انجام پذیر ہوتے ہیں۔ سطحی کیمیا کے صنعت، تجزیاتی کام اور روزمرہ کی زندگی میں کافی استعمال ہوتے ہیں۔

سطحی مطالعوں کو احتیاط کے ساتھ انجام دینے کے لیے یہ ضروری ہے کہ سطح حقیقتاً صاف ہو 10^{-8} سے 10^{-9} پاسکل آرڈر کے بہت اونچے ویکوم میں آج کل دھاتوں کی سطح کو بہت زیادہ صاف رکھ پانا ممکن ہے۔ اس قسم کی صاف سطح والی ٹھوس اشیا کو ویکوم میں ہی اسٹور کرنا چاہیے نہیں تو ان کی سطح ڈائی آکسیجن، ڈائی نائٹروجن جیسے ہوا کے اہم اجزا کے سالمات سے ڈھک جائے گی۔

اس اکائی میں آپ سطحی کیمیا کی اہم خصوصیات جیسے اتصاق، عمل وسیط کے اہم اجزا کے سالمات سے ڈھک جائے گی۔

اس اکائی میں آپ سطحی کیمیائی کی اہم خصوصیات جیسے اتصاق، عمل وسیط (Catalysis) اور کولائڈوں کا مطالعہ کریں گے۔

5.1 التصاق (Adsorption)

ایسی کئی مثالیں ہیں جن سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ کسی ٹھوس کی سطح میں یہ رجحان پایا جاتا ہے کہ وہ جس سطح کے تماس میں ہوتی ہے اس کے سالمات کو راغب کرنے اور اپنے ساتھ بنائے رکھتی ہے۔ یہ سالمات صرف سطح پر ہی رہتے ہیں اور جسیم میں گہرائی پر نہیں جاتے۔ سالماتی اسپشیز کا کسی ٹھوس یا رقیق کے جسیم کے مقابلے سطح پر جمع ہونا التصاق (Adsorption) کہلاتا ہے۔ سالماتی اسپشیز یا شے جو کہ سطح پر مرتکز یا جمع ہوتی ہے Absorbate کہلاتی ہے۔

التصاق لازمی طور سے ایک سطحی مظہر ہے۔ ٹھوس اشیا کا بالخصوص پاؤڈر کی حالت میں سطحی رقبہ زیادہ ہوتا ہے لہٰذا چارکول، سیلیکا جیل، ایلیومینا جیل، چکنی مٹی، کولائڈ، باریک پاؤڈر کی حالت میں دھاتیں اچھے Adsorbent کے طور پر کام کرتی ہیں۔

Adsorption in action

(i) اگر پاؤڈر چارکول والے بند برتن میں O_2، H_2، CO، Cl_2، NH_3 یا SO_2 جیسی گیسیں لی جائیں تو یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ برتن میں موجود گیسوں کا دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ گیس کے سالمات چارکول کی سطح پر مرتکز ہو جاتے ہیں یعنی گیسیں سطح پر جذب ہو جاتی ہیں۔

(ii) ایک نامیاتی رنگ (Dye) جیسے میتھائلین بلو کے محلول میں جب حیوانی چارکول ملا کر محلول کو اچھی طرح ہلایا جاتا ہے تو فلزیٹ بے رنگ ہو جاتا ہے۔ رنگ کے سالمات چارکول کی سطح پر جمع ہو جاتے ہیں یعنی جذب ہو جاتے ہیں۔

(iii) خام شکر کے آبی محلول کو جب حیوانی چارکول پر سے گزارا جاتا ہے تو یہ بے رنگ ہو جاتا ہے کیونکہ رنگین مادے چارکول کے ذریعے جذب کر لیے جاتے ہیں۔

(iv) سیلیکا جیل کی موجودگی میں ہوا خشک ہو جاتی ہے کیونکہ پانی کے سالمات جیل کی سطح پر جذب ہو جاتے ہیں۔

مذکورہ بالا مثالوں سے واضح ہے کہ ٹھوس سطح گیس یا رقیق کے سالمات کو التصاق کی وجہ سے باندھے رکھتی ہے۔ کسی جذب شدہ (Adorbed) شے کو اس سطح سے ہٹانا جس پر وہ جذب ہوا ہے Desorption کہلاتا ہے۔

5.1.1 التصاق اور انجذاب میں فرق (Distinction between Adsorption and Absorption)

التصاق میں شے صرف سطح پر مرتکز ہوتی ہے اور سطح سے جسیم میں داخل نہیں ہوتی جبکہ انجذاب میں شے ٹھوس کے مکمل جسم میں یکساں طور پر منقسم ہو جاتی ہے۔ مثال کے طور پر جب ایک چاک کو سیاہی میں ڈبایا جاتا ہے تو چاک کی سطح التصاق کی وجہ سے سیاہی کا رنگ اختیار کر لیتی ہے جبکہ سیاہی کا محلل انجذاب کی وجہ سے چاک میں اندر تک چلا جاتا ہے۔ چاک کو توڑنے پر یہ اندر سے سفید پائی جاتی ہے۔ آبی بخارات کی مثال لے کر التصاق اور انجذاب میں فرق کیا جاتا ہے۔ غیر آبی کیلشیم کلورائڈ کے ذریعے پانی کے بخارات کا انجذاب ہوتا ہے جبکہ سیلیکا جیل کے ذریعہ ان کی التصاق ہوتی ہے۔ بالفاظ دیگر التصاق میں Adsorbate کا ارتکاز صرف ملتصق (Adsorbent) کی سطح پر ہی بڑھتا ہے جب کہ انجذاب میں ارتکاز ٹھوس کی کل جسامت میں یکساں رہتا ہے۔

انجذاب اور التصاق کے عمل ساتھ ساتھ بھی ہو سکتے ہیں۔ دونوں عملوں کو سمجھنے کے لیے اصطلاح Sorption کا استعمال کیا جاتا ہے۔

5.1.2 اتصاق کا میکانزم Mechanism of Adsorption)

اتصاق اس حقیقت پر مبنی ہے کہ ملتصق کی سطحی ذرات اس ماحول میں نہیں ہوتے جس ماحول میں جسیم کے اندر کے ذرات ہوتے ہیں۔ ملتصق کے اندر کے ذرات پر لگنے والی سبھی قوتیں آپس میں متوازن ہوتی ہیں۔ سطحی ذرات سبھی سمتوں میں اپنی طرح کے ایٹموں یا سالمات سے گھرے ہوئے نہیں ہوتے۔ لہٰذا ان پر غیر متوازن یا بقیہ (Residual) کششی قوتیں ہوتی ہیں۔ ملتصق کی یہ قوتیں ہی منجذب (Adsorbate) ذرات کو اپنی سطح پر راغب کرنے کے لیے ذمہ دار ہیں۔ ایک دیے ہوئے درجۂ حرارت اور دباؤ پر ملتصق کی فی اکائی کمیت کے سطحی رقبہ میں اضافہ ہونے پر اتصاق کی حد میں اضافہ ہوتا ہے۔

دوسرا اہم فیکٹر جو کہ اتصاق کی خصوصیت ہے وہ ہے اتصاق کی حرارت (Heat of Adsorption)۔ اتصاق کے دوران سطح کی بقیہ (Residual) قوتوں میں ہمیشہ کمی آتی ہے۔ یعنی سطحی توانائی میں کمی آتی ہے جو کہ حرارت کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے۔ لہٰذا اتصاق ہمیشہ ہی ایک حرارت زا (Exothermic) عمل ہوتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں اتصاق کا ΔH ہمیشہ منفی ہوتا ہے۔ جب کسی گیس کی اتصاق عمل میں آئی ہے تو اس کے سالمات کی حرکت محدود ہو جاتی ہے۔ اس کی وجہ سے اتصاق کے بعد گیس کی اینٹراپی گھٹ جاتی ہے یعنی ΔS منفی ہوتا ہے۔ اس طرح اتصاق کے عمل میں نظام کی اینتھالپی اور اینٹراپی کم ہو جاتی ہے۔ کسی عمل کے ازخود ہونے کے لیے حرحرکیاتی ضرورت یہ ہے کہ مستقل درجۂ حرارت اور دباؤ پر ΔG کی قدر منفی ہونی چاہیے یعنی گبس توانائی میں کمی آنی چاہئے۔ مساوات $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ کی بنیاد پر ΔG اسی وقت منفی ہو سکتا ہے جب ΔH کی قدر بہت زیادہ منفی ہو کیونکہ $-T\Delta S$ مثبت ہے۔ اس طرح اتصاق کے عمل میں جو کہ ازخود عمل ہے ان دونوں عوامل کے اتحاد سے ΔG کی قدر منفی ہو جاتی ہے۔ جیسے جیسے اتصاق کے عمل میں تیزی آتی ہے ΔH کم منفی ہوتا جاتا ہے نتیجتاً ΔH کی قدر $T\Delta S$ کے مساوی ہو جاتی ہے اور ΔG صفر ہو جاتا ہے۔ اس صورت میں توازن قائم ہو جاتا ہے۔

5.1.3 اتصاق کی اقسام (Types of Adsorption)

ٹھوسوں پر گیسوں کی اتصاق کی دو قسمیں ہیں۔ اگر کسی ٹھوس کی سطح پر گیس کے جمع ہونے کا عمل کمزور وانڈر وال قوتوں کے ذریعہ ہوتا ہے تو اتصاق کو طبیعی اتصاق (Physical Adsorption) کہتے ہیں۔ اگر گیس کے ایٹم یا سالمات ٹھوس کی سطح پر کیمیائی بانڈ کے ذریعے بندھے رہتے ہیں تو اسے کیمیائی اتصاق (Chemical adsorption) کہتے ہیں۔ کیمیائی بانڈ شریک گرفت (Covalent) یا آئنی (Ionic) ہو سکتے ہیں۔ کیمیائی اتصاق میں بہت زیادہ ایکٹویشن توانائی ملوث ہوتی ہے اور اسی لیے یہ عام طور سے ایکٹیویٹڈ اتصاق (Activated adsorption) کہلاتی ہے۔ بعض اوقات یہ دونوں عمل بہ یک وقت واقع ہوتے ہیں اور اتصاق کی قسم کا یقین آسان نہیں ہوتا۔ کم درجۂ حرارت پر ہونے والی طبی اتصاق کا عمل اگر درجۂ حرارت میں اضافہ کر دیا جائے تو کیمیائی اتصاق میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ڈائی ہائڈروجن کی پہلے نکل کی سطح پر وانڈر وال قوتوں کے ذریعہ اتصاق ہوتی ہے۔ اس کے بعد ہائڈروجن کے سالمات ہائڈروجن کے ایٹموں میں تحلیل ہو جاتے ہیں جو کہ کیمیائی اتصاق کے ذریعہ سطح سے بندھے رہتے ہیں۔

اتصاق کی دونوں قسموں کے کچھ اہم خصوصیات ذیل میں مذکور ہیں:

طبیعی التصاق کی خصوصیات (Characteristics of physisorption)

(i) مخصوصیت کا فقدان (Lack of specificity): ملتصق کی دی ہوئی سطح کسی مخصوص گیس کو کوئی ترجیح نہیں ہے کیونکہ وانڈروال قوتیں (Vander Wallas) آفاقی ہیں۔

(ii) ملتصق (Adsorbate) کی نوعیت: کسی ٹھوس کے ذریعہ التصاق (Adsorb) ہونے والی گیس کی مقدار گیس کی نوعیت پر منحصر ہوتی ہے۔ عام طور سے قابل اماعت گیسیں (یعنی بہت زیادہ فاصل درجۂ حرارت والی) آسانی سے Adsorb ہو جاتی ہیں کیونکہ وانڈروال قوتیں فاصلہ درجۂ حرارت کے قریب زیادہ طاقتور ہوتی ہیں۔ اس طرح 1g ایکٹیویٹڈ چارکول میتھین (فاصل درجۂ حرارت 190 K) کے مقابل زیادہ سلفرڈائی آکسائڈ (فاصل درجۂ حرارت 630 K) کو Adsorb کرتا ہے جو کہ 4.5 mL ہائڈروجن (فاصل درجۂ حرارت 33K) سے بھی زیادہ ہے۔

(iii) رجعتی فطرت (Reversible Nature): ایک گیس کی ٹھوس پر التصاق عموماً رجعتی ہوتی ہے لہٰذا

حرارت + ٹھوس/گیس Gas 1 + ٹھوس

دباؤ میں اضافہ کرنے پر زیادہ گیس کا التصاق ہوتا ہے کیونکہ گیس کا حجم کم ہو جاتا ہے (لے چٹیلیئر کا اصول) اور دباؤ کم کر کے گیس کو ہٹایا جا سکتا ہے۔ کیونکہ التصاق کا عمل حرارت زا ہوتا ہے، طبیعی التصاق کا عمل کم درجۂ حرارت پر تیزی سے ہوتا ہے اور درجۂ حرارت کو بڑھانے پر یہ کم ہو جاتا ہے (لے چٹیلیئر کا اصول)

(iv) ملتصق کا سطحی رقبہ (Surface area of adsorbent): التصاق کی مقدار ملتحق کے سطحی رقبہ میں اضافہ ہونے پر بڑھتی ہے۔ اسی لیے باریک پاؤڈر کی شکل میں دھاتوں اور مسام دار مادوں کا سطحی رقبہ زیادہ ہونے کی وجہ سے یہ ملتحق ہیں۔

(v) التصاق کی اینتھالپی (Enthalpy of adsorption): بلاشک وشبہ طبیعی التصاق ایک حرارت زا (Exothermic) عمل ہے لیکن اس کی التصاق کی اینتھالپی بہت کم $(20 - 40\ kJ\ mol^{-1})$ ہے۔ کیونکہ گیس کے سالمات اور ٹھوس کے درمیان کشش کمزور وانڈروال قوتوں کی وجہ سے ہے۔

کیمیائی التصاق کی خصوصیات (Characteristics of chemisorption)

(i) بہت زیادہ مخصوصیت (High Specificity): کیمیائی التصاق بہت زیادہ مخصوص ہے اور یہ صرف اسی وقت ہوتا ہے جب ملتحق اور Adsorbate کے مابین کیمیائی بندش کا کوئی امکان ہو۔ مثال کے طور پر دھاتوں پر آکسیجن کی التصاق آکسائڈوں کے بننے کی وجہ سے ہے اور عبوری دھاتوں کے ذریعہ ہائڈروجن کی التصاق ہائڈرائڈ بننے کی وجہ سے ہے۔

(ii) غیر رجعتی فطرت (Irreversibility): کیمیائی التصاق میں مرکبات کی تشکیل ملوث ہوتی ہے یہ عموماً غیر رجعتی نوعیت کا ہوتا ہے۔ کیمیائی التصاق کا عمل بھی ایک حرارت زا عمل ہے لیکن کم درجۂ حرارت پر یہ بہت سست ہوتا ہے کیونکہ ایکٹیویشن توانائی بہت زیادہ ہوتی ہے۔ اکثر کیمیائی تبدیلیوں کی طرح، درجہ حرارت بڑھنے پر کیمیائی التصاق میں اضافہ ہوتا ہے کم درجۂ حرارت ہونے والی گیس کی طبیعی التصاق زیادہ درجۂ حرارت پر

کیمیائی التصاق میں تبدیل ہوجاتی ہے کیمیائی التصاق میں زیادہ دباؤ بھی معاون ہوتا ہے۔

(iii) سطحی رقبہ [Surface Area]: ملتصق کے سطحی رقبہ میں اضافہ ہونے پر طبیعی التصاق کی طرح، کیمیائی التصاق میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔

(iv) التصاق کی اینتھالپی (Enthalpy of adsorption) کیمیائی التصاق کی اینتھالپی بہت زیادہ ہوتی ہے (80 – 240 kJ mol) کیونکہ اس میں کیمیائی بانڈ کی تشکیل ملوث ہوتی ہے۔

جدول 5.1 طبیعی التصاق اور کیمیائی التصاق کا موازنہ

طبیعی التصاق	کیمیائی التصاق
1۔ یہ وانڈر وال قوتوں کی وجہ سے ہوتی ہے۔	1۔ یہ کیمیائی بانڈ کی تشکیل کی وجہ سے ہوتا ہے۔
2۔ اس کی فطرت Specific نہیں ہوتی۔	2۔ یہ بہت زیادہ (Specific) نوعیت کا ہوتا ہے۔
3۔ یہ رجعتی ہوتی ہے۔	3۔ یہ غیر رجعتی ہوتی ہے۔
4۔ اس کا انحصار گیس کی فطرت پر ہوتا ہے۔ زیادہ اماعت پذیر گیسیں بہت تیزی سے Adsorb ہوجاتی ہیں۔	4۔ یہ بھی گیس کی فطرت پر منحصر ہوتا ہے۔ وہ گیس جو کہ ملتصق کے ساتھ تعامل کرتی ہے کیمیائی التصاق کا اظہار کرتی ہے
5۔ طبیعی التصاق کی اینتھالپی بہت کم $(20 - 40\ kJ\ mol^{-1})$ ہوتی ہے۔	5۔ کیمیائی التصاق کی اینتھالپی بہت زیادہ $(80 - 240\ kJ\ mol^{-1})$ ہوتی ہے۔
6۔ کم درجۂ حرارت طبیعی التصاق میں معاون ہوتا ہے۔ یہ درجۂ حرارت میں بڑھوتری کے ساتھ کم ہوجاتی ہے۔	6۔ اونچا درجۂ حرارت کیمیائی التصاق میں معاون ہوتا ہے۔ درجۂ حرارت میں اضافہ ہونے پر کیمیائی التصاق میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔
7۔ یہ سطحی رقبہ پر منحصر ہوتی ہے سطحی رقبہ میں اضافہ ہونے پر طبیعی التصاق میں اضافہ ہوتا ہے۔	7۔ اس کا انحصار بھی سطحی رقبہ پر ہوتا ہے۔ سطحی رقبہ میں اضافہ ہونے پر کیمیائی التصاق میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔
8۔ زیادہ ایکٹیویشن توانائی درکار ہوتی ہے۔	8۔ زیادہ ایکٹیویشن توانائی کی ضرورت نہیں ہوتی۔
9۔ اس کے نتیجے میں اونچے دباؤ پر ملتصق کی سطح پر کثیر سالماتی پرتیں تشکیل پاتی ہیں۔	9۔ اس کے نتیجے میں یک سالماتی پرت تشکیل پاتی ہے۔

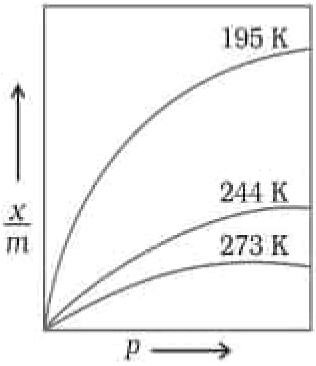
5.1.4 التصاق آئسوتھرم (Adsorption Isotherms)

مستقل درجۂ حرارت اور دباؤ پر ملتصق کے ذریعے Adsorb ہونے والی گیس کی مقدار کو ایک منحنی کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے جسے التصاق آئسوتھرم کہتے ہیں۔

فرائنڈلک التصاق آئسوتھرم: فرائنڈلک نے 1990 میں ٹھوس ملتصق کی اکائی کمیت کے ذریعہ ایک مستقل درجۂ حرارت پر Adsorb ہونے والی گیس کی مقدار اور دباؤ کے مابین ایک ایمپریکل تعلق پیش کیا۔ اس تعلق کو مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\frac{x}{m} = k.P^{1/n} \quad (n > 1) \qquad (5.1)$$

جہاں x ملصق کی m کے ذریعہ دباؤ p پر Adsorb ہونے والی گیس کی کمیت ہے۔ k اور n مستقلے ہیں جو کسی مستقل درجۂ حرارت پر ملصق اور گیس کی فطرت پر منحصر ہوتے ہیں۔ تعلق کو عموماً ایک انحنا کی شکل میں ظاہر کیا جاتا ہے جس میں ملصق کے فی گرام کے ذریعہ Adsorb ہونے والی گیس کی کمیت کو دباؤ کے مقابل پلاٹ کیا جاتا ہے (شکل 5.1)۔ یہ خطوط انحنا ظاہر کرتے ہیں کہ مستقل دباؤ پر درجۂ حرارت میں اضافہ کرنے پر طبیعی التصاق میں کمی آتی ہے۔ اونچے دباؤ پر یہ خطوط انحنا ہمیشہ سیری (Saturation) کی طرف پیش رفت کرتے نظر آتے ہیں۔

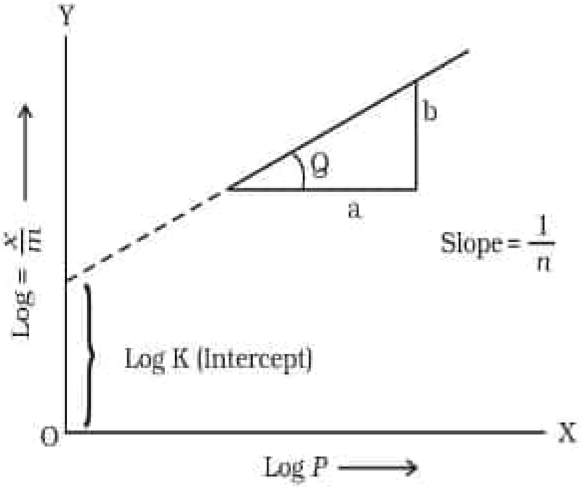


شکل 5.1: التصاق آئسوتھرم

مساوات (5.1) کا لوگارتم لینے پر

$$\log\frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n}\log\ P \qquad (5.2)$$

فرائنڈلک آئسوتھرم کی معقولیت کی تصدیق $\log\frac{x}{m}$ کو y-محور (طولی مختص) اور log P کو x-محور (عرض مختص) پر پلاٹ کرکے کی جاسکتی ہے۔ اگر گراف مستقیم خط کی شکل میں ہے تو فرائنڈلک آسوتھرم معقول (Valid) ہے نہیں تو یہ معقول نہیں ہے (شکل 5.2)۔ مستقیم خط کا سلوپ $\frac{1}{n}$ کی قدر فراہم کرتا ہے۔ y-محور پر log k intercept کی قدر فراہم کرتا ہے۔



شکل 5.2: فرائنڈلک آئسوتھرم

فرائنڈلک آئسوتھرم التصاق کے طرز عمل کو تقریبی انداز (Approximate manner) میں واضح کرتا ہے۔ فیکٹر $\frac{1}{n}$ کی قدریں 0 اور 1 کے درمیان ہوسکتی ہیں (احتمالی رینج 0.1 تا 0.5) اس طرح مساوات (5.2) دباؤ کی محدود رینج تک ہی نافذ ہوتی ہے۔

جب $\frac{1}{n} = 0$، $\frac{x}{m} =$ مستقلہ، تو التصاق دباؤ سے مبرا ہوتی ہے۔

جب $\frac{1}{n} = 1$، $\frac{n}{m} = kP$ یعنی $\frac{n}{m} \propto P$ تب التصاق دباؤ کے ساتھ براہ راست تبدیل ہوتی ہیں۔

دونوں ہی شرائط کی تجرباتی نتائج کی حمایت حاصل ہوتی ہے۔ تجرباتی آئسوتھرم ہمیشہ ہی اونچے دباؤ پر سیری کی طرف بڑھتے نظر آتے ہیں۔ اسے فرائنڈلک آئسوتھرم کے ذریعے نہیں سمجھایا جاسکتا۔ اس طرح یہ اونچے دباؤ پر ناکام ہو جاتا ہے۔

5.1.5 محلول فیز سے التصاق (Adsorption from Solution Phase)

ٹھوس محلولوں کے اندر گھلے ہوئے منحلوں کو بھی Adsorb کرتے ہیں۔ جب ایسیٹک ایسڈ کے آبی محلول کو چارکول کے ساتھ ہلایا جاتا ہے تو ایسڈ کا ایک حصہ چارکول کے ذریعہ Adsorb ہو جاتا ہے اور محلول میں ایسڈ کا ارتکاز کم ہو جاتا ہے۔ اسی طرح سے لٹمس کا محلول چارکول کے ساتھ ہلانے پر بے رنگ ہو جاتا ہے۔ جب $Mg(OH)_2$ کو میگنیسان ریجنٹ (Magneson reagent) کی موجودگی میں ترسیب کی جاتی ہے تو یہ نیلا رنگ حاصل کرلیتا ہے۔

یہ رنگ میگنیسان کی اتصاق کی وجہ سے ہوتی ہے۔ محلول فیز سے اتصاق کے معاملے میں مندرجہ ذیل مشاہدات کیے گئے ہیں۔

(i) درجۂ حرارت میں اضافہ ہونے پر اتصاق کی مقدار کم ہو جاتی ہے۔

(ii) ملتصق کے سطح رقبہ میں اضافہ ہونے پر اتصاق کی مقدار میں اضافہ ہوتا ہے۔

(iii) اتصاق کس حد تک ہوگی اس کا انحصار محلول میں محلل کے ارتکاز پر ہوتا ہے۔

(iv) اتصاق کی مقدار کا انحصار ملتصق اور Adsorbate کی نوعیت پر ہوتا ہے۔

محلول سے اتصاق کا بالکل ٹھیک ٹھیک میکانزم معلوم نہیں ہے۔ فرانیڈلک مساوات محلولوں سے اتصاق کے طرز عمل کا اس فرق کے ساتھ تقریبی بیان کرتی ہے کہ دباؤ کی جگہ محلول کے ارتکاز پر غور کیا جاتا ہے۔ یعنی

$$\frac{r}{m} = kC^{1/n} \qquad (5.3)$$

(یہاں C توازنی ارتکاز ہے یعنی اتصاق مکمل ہونے پر ارتکاز)

مندرجہ بالا مساوات کا لوگارتم لینے پر

$$\log\frac{r}{m} = \log k + \frac{1}{n}\log C \qquad (5.4)$$

$\log C$ اور $\log\frac{r}{m}$ کے درمیان گراف ایک مستقیم خط کی شکل میں حاصل ہوتا ہے جو کہ فرانیڈلک آئسوتھرم کی معقولیت کو ظاہر کرتی ہے۔ اس کی جانچ تجرباتی طور پر ایسیٹک ایسڈ کے مختلف ارتکاز کے محلول لے کر کی جا سکتی ہے۔ محلولوں کے مساوی حجم کو چارکول کی مساوی مقدار کے ساتھ مختلف فلاسکوں میں ملایا جاتا ہے۔ اتصاق کے بعد ہر ایک فلاسک میں آخری ارتکاز معلوم کیا جاتا ہے۔ ابتدائی اور آخری ارتکاز کا فرق x کی قدر فراہم کرتا ہے۔ مذکورہ بالا مساوات کا استعمال کرتے ہوئے فرانیڈلک آئسوتھرم کی معقولیت کو قائم کیا جا سکتا ہے۔

5.1.6 اتصاق کے استعمال (Applications of Adsorption)

اتصاق کے عمل کے کئی استعمال ہیں۔ کچھ اہم استعمال ذیل میں مذکور ہیں۔

(i) بہت زیادہ ویکیوم پیدا کرنے کے لیے: ویکیوم پمپ کے ذریعہ کسی برتن سے نکالی گئی ہوا کی بقیہ مقدار کو چارکول کے ذریعہ adsorb کرلیا جاتا ہے جس سے بہت زیادہ ویکیوم پیدا ہو جاتا ہے۔

(ii) گیس ماسک (Gas masks): گیس ماسک (ایک ایسا آلہ جس میں ایکٹیویٹڈ چارکول یا ملتصقوں کا آمیزہ ہوتا ہے) کا استعمال کوئلہ کی کانوں میں سانس لیتے وقت زہریلی گیسوں کو Adsorb کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔

(iii) رطوبت پر قابو (Control of humidity): نمی کو دور کرنے اور رطوبت کو کنٹرول کرنے کے لیے سلیکا جیل اور ایلومینیم جیل کا استعمال کیا جاتا ہے۔

(iv) محلولوں سے رنگین مادوں کو ہٹانا: حیوانی چارکول محلولوں کی رنگین ملاوٹوں کو Adsorb کر کے رنگ کو ہٹا دیتا ہے۔

(v) غیر متجانس کیٹلسس (Heterogeneous catalysis): وسیط کی ٹھوس سطح پر متعاملوں کا Adsorption تعامل کی شرح میں اضافہ کر دیتا ہے۔ صنعتی اہمیت کی رو سے ایسے کئی گیسی تعاملات ہیں جن میں ٹھوس وسیط کا استعمال ہوتا ہے۔ لوہے کو وسیط کے طور پر استعمال کر کے امونیا کی تیاری کا نشکٹ پراسس

کے ذریعہ H_2SO_4 کی تیاری اور تیلوں کے ہائڈروجینیشن میں باریک پاؤڈر کی شکل میں نکل کا استعمال غیر متجانس کیٹلسس کی عمدہ مثالیں ہیں۔

(vi) جامد گیسوں کی علیحدگی (Separation of inert gases): چارکول کے ذریعہ گیسوں کی اتصاق کی ڈگری میں فرق کی وجہ سے آمیزہ سے جامد گیسوں کو ناریل چارکول پر مختلف درجۂ حرارت پر Adsorb کر کے علیحدہ کیا جاسکتا ہے۔

(vii) بیماریوں کے علاج میں (In curing diseases): متعدد دوائیں جراثیموں پر Adsorb ہوکر انہیں ختم کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔

(viii) فراتھ فلوٹیشن پراسس (Froth floatation process): چیڑ کا تیل اور جھاگ بنانے والے ایجنٹ کا استعمال کر کے ایک اونٹی درجہ کی سلفائٹ کچ دھات کو سیلیکا جیل اور دیگر ارضی مادوں سے علیحدہ کر کے مرتکز کیا جاتا ہے۔

(ix) التصاق انڈیکیٹر (Adsorption indicators): سلور ہیلائڈ جیسے کچھ رسوبوں کی سطحیں ایوسین فلوروسیس جیسے کچھ رنگوں کے التصاق کرنے کی صلاحیت رکھتی ہیں اور آخری نقطہ پر صفاتی رنگ پیدا کرتی ہیں۔

(x) کرومیٹوگرافک تجزیہ (Chromatographic analysis): التصاق پر مبنی کرومیٹوگرافک تجزیہ کے تجزیاتی اور صنعتی شعبوں میں متعدد استعمال ہیں۔

متن پر مبنی سوالات

5.1 پلیٹینم اور پلیڈیم جیسے مادے آبی محلولوں کی برق پاشیدگی (Electrolysis) میں کیوں استعمال کیے جاتے ہیں۔

5.2 درجۂ حرارت میں اضافہ ہونے پر طبیعی التصاق میں کمی کیوں آتی ہے؟

5.3 قلمی حالت (crystalline forms) کے مقابلے پاؤڈر کی شکل میں اشیا زیادہ موثر ملتصق کیوں ہوتی ہیں؟

5.2 کیٹلسس (Catalysis)

پوٹاشیم کلوریٹ کو جب تیزی سے گرم کیا جاتا ہے تو یہ آہستہ آہستہ تحلیل ہوکر ڈائی آکسیجن دیتا ہے۔ تحلیل کا عمل 653 سے 873 K درجۂ حرارت کی رینج میں ہوتا ہے۔

$$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$$

تاہم جب اس تعامل میں تھوڑا سا مینگنیز ڈائی آکسائڈ ملا دیا جاتا ہے تو عمل تحلیل کم درجۂ حرارت کی رینج میں ہوتا ہے (473 - 633 K) اور تعامل کی شرح میں کافی اضافہ ہوجاتا ہے۔ ملائے گئے مینگنیز ڈائی آکسائڈ کی کمیت اور ترکیب میں کوئی تبدیلی نہیں آتی۔ اسی طرح کئی کیمیائی تعاملات کی شرح کو بیرونی اشیا کی موجودگی کی وجہ سے تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ کیمیائی تعامل کی شرح پر مختلف بیرونی مادوں کے اثر کا باقاعدہ مطالعہ برزیلیس نے 1835 میں کیا۔ اس نے اس قسم کے مادوں کے لیے وسیط (Catalyst) نام تجویز کیا۔

ایسی اشیا جو کیمیائی تعامل کی شرح کو تبدیل کر دیتے ہیں اور خود کیمیائی تعامل کے بعد کیمیائی اور مقداری اعتبار سے غیر تبدیل شدہ بچتی ہیں وسیط کہلاتی ہیں اور یہ مظہر کیٹلسس کہلاتا ہے۔ آپ سیکشن 4.5 میں وسیط اور ان کے افعال کا پہلے ہی مطالبہ کر چکے ہیں۔

پروموٹر اور زہر (Promoters and poisons)

پروموٹر وہ اشیا ہیں جو وسیط کے عمل میں تیزی لاتی ہیں جبکہ زہر وسیط کے عمل کو کم کر دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر امونیا بنانے کے لئے ہیبرس پراسس میں مولبڈینم آئرن (جو کہ ایک وسیط ہے) کے لیے پروموٹر کا کام کرتا ہے۔

$$N_2(g)+3H_2(g) \xrightarrow[Mo(s)]{Fe(s)} 2NH_3(g)$$

کیٹلسس کو موٹے طور پر دو زمروں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے

5.2.1 متجانس اور غیر متجانس کیٹلسس (Homogeneous and Heterogeneous Catalysis)

کیٹلسس کو موٹے طور پر دو زمروں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے:

(a) متجانس کیٹلسس (Homogeneous catalysis)

جب متعامل اور وسیط ایک ہی فیز میں ہوں (یعنی رقیق یا گیس) تو یہ عمل متجانس کیٹلسس کہلاتا ہے۔ متجانس کیٹلسس کی کچھ مثالیں مندرجہ ذیل ہیں:

(i) لیڈ چیمبر پراسس میں وسیط کے طور پر نائٹروجن کے آکسائڈوں کی موجودگی میں آکسیجن کے ساتھ سلفر ڈائی آکسائڈ کی سلفر میں تکسید

$$2SO_2(g)+O_2(g) \xrightarrow{NO(g)} 2SO_3(g)$$

متعامل یعنی سلفر ڈائی آکسائڈ اور آکسیجن اور وسیط یعنی نائٹرک آکسائڈ تمام کے تمام ایک ہی فیز میں ہیں۔

(ii) میتھائل ایسیٹیٹ ہائڈروکلورک ایسڈ کے H^+ آینوں کے ذریعہ کیٹلائز ہوتا ہے۔

$$CH_3COOCH_3(l)+H_2O(l) \xrightarrow{HCl(l)} CH_3COOH(aq)+CH_3OH(aq)$$

متعامل اور وسیط دونوں ایک ہی فیز میں ہیں۔

(iii) چینی کی آب پاشیدگی (Hydrolysis) سلفیورک ایسڈ کے H^+ آینوں کے ذریعہ کیٹلائز ہوتی ہے۔

$$\underset{\text{محلول}}{C_{12}H_{22}O_{11}(aq)} + H_2O(l) \xrightarrow{H_2SO_4(l)} \underbrace{\underset{\text{گلوکوز}}{C_6H_{12}O_6(aq)} + \underset{\text{فرکٹوز}}{C_6H_{12}O_6(aq)}}_{\text{محلول}}$$

متعامل اور وسیط دونوں ایک ہی فیز میں ہیں۔

(b) غیر متجانس کیٹلسس (Heterogeneous catalysis)

کیٹلسس کا وہ عمل جس میں متعامل اور وسیط مختلف فیز میں ہوں غیر متجانس کیٹلسس کہلاتا ہے۔ غیر متجانس کیٹلسس کی کچھ مثالیں ذیل میں دی گئی ہیں۔

(i) Pt کی موجودگی میں سلفر ڈائی آکسائڈ کی سلفر ٹرائی آکسائڈ میں تکسید

$$2SO_2(g) \xrightarrow{Pt(s)} 2SO_3(g)$$

متعامل گیسی حالت میں ہے جبکہ وسیط ٹھوس حالت میں ہے۔

(ii) ہیبرس پراسس میں باریک لوہے کی موجودگی میں امونیا بنانے کے لئے ڈائی نائٹروجن اور ڈائی ہائڈروجن کے درمیان اتحاد

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{Fe(s)} 2NH_3(g)$$

متعامل گیسی حالت میں ہے جبکہ وسیط ٹھوس حالت میں ہیں۔

(iii) اوسٹوالڈ پراسس میں پلیٹینم گیز کی موجودگی میں امونیا کی نائٹرک آکسائڈ میں تکسید

$$4NH_3(g) + 5O_2(g) \xrightarrow{Pt(s)} 4NO(g) + 6H_2O(g)$$

متعامل گیسی حالت میں ہے جبکہ وسیط ٹھوس حالت میں ہیں۔

(iv) باریک پاوڈر کی شکل میں نکل وسیط کی موجودگی میں ونسپتی تیلوں کا ہائڈروجنیشن

ونسپتی تیل $(l) + H_2(g) \xrightarrow{Ni(s)}$ ونسپتی گھی (s)

ایک متعامل رقیق حالت میں ہے دوسرا گیسی حالت میں ہے جبکہ وسیط ٹھوس حالت میں ہے۔

5.2.2 غیر متجانس کیٹلسس کا نظریہ التصاق (Adsorption Theory of Heterogeneous Catalysis)

یہ نظریہ غیر متجانس کیٹلسس کے میکانزم کی تشریح کرتا ہے۔ پرانا نظریہ جسے کیٹلسس کا نظریہ التصاق کہا جاتا ہے، کے مطابق گیسی حالت میں یا محلولوں میں متعامل وسیط کی سطح پر Adsorb کیے جاتے ہیں۔ سطح پر متعاملوں کے ارتکاز میں اضافہ تعامل کی شرح کو بڑھا دیتا ہے۔ التصاق کیونکہ حرارت زا عمل ہے، التصاق کو حرارت شرح تعامل کو بڑھانے میں کام آتی ہے۔

وسیطی عمل (Catalytic Action) کو ضمنی مرکبات کی تشکیل کے ضمن میں بیان کیا جاسکتا ہے یعنی وہ نظریہ جس کا مطالعہ آپ سیکشن 4.5.1 میں پہلے ہی کر چکے ہیں۔

جدید نظریہ التصاق، ضمنی مرکبات کی تشکیل کا نظریہ اور التصاق کے قدیم نظریہ کی مجموعی شکل ہے۔ وسیطی عمل، وسیط کی سطح پر مرکوز ہوتا ہے۔ میکانزم میں مندرجہ ذیل اقدام شامل ہیں:

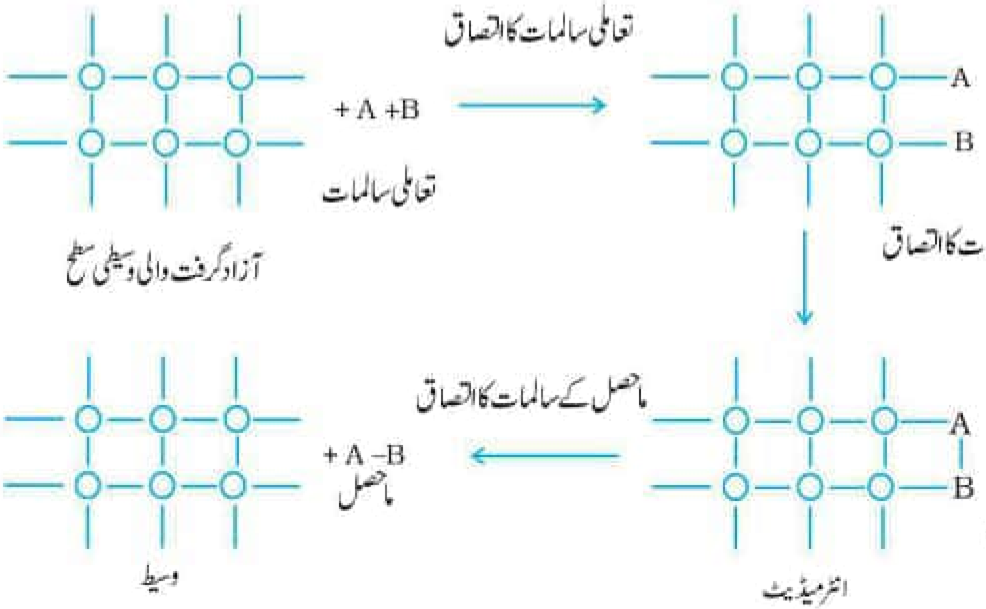
(i) وسیط کی سطح پر متعاملوں کا نفوذ

(ii) وسیط کی سطح پر متعاملوں کے سالمات کا Adsorption

(iii) ضمنی ماحصلات کی تشکیل کے ساتھ وسیط کی سطح پر کیمیائی تعامل کا ہونا۔

(iv) وسیط کی سطح سے تعامل ماحصلات کا (Desorption) اور اس کے بعد سطح کو اور زیادہ تعامل کے لیے فراہم کرانا۔

(v) وسیط کی سطح سے دور تعامل ماحصلات کا نفوذ bulk کے اندرونی حصہ کے برخلاف وسیط کی سطح پر آزاد گرفتیں ہوتی ہیں جو کہ کشش کی کیمیائی قوتوں کے لیے جگہ فراہم کراتی ہیں۔ جب کوئی گیس ایسی سطح کے تماس میں آتی ہے تو اس کے سالمات کمزور کیمیائی اتحاد کے ذریعے وہاں بندھ جاتے ہیں۔ اگر مختلف سالمات ساتھ ساتھ Adsorb ہوتے ہیں تو وہ ایک دوسرے سے تعامل کر سکتے ہیں جس کے نتیجے میں نئے سالمات بنتے ہیں۔ اس طرح بننے والے سالمات سطح کو نئے متعامل سالمات کے لیے چھوڑتے ہوئے تبخیر ہوجاتے ہیں۔



شکل 5.3: تعامل کرنے والے سالمات کا التصاق، انٹرمیڈیٹ کی تشکیل اور ماحصلات کا التصاق

یہ نظریہ اس بات کی تشریح کرتا ہے کہ تعامل کے آخیر میں وسیط کی کمیت اور کیمیائی ترکیب میں تبدیلی کیوں نہیں آتی اور بہت کم مقدار میں متاثر ہوتا ہے پھر بھی یہ پروموٹر اور زہر کے عمل کی تشریح نہیں کرتی۔

ٹھوس وسیط کی اہم خصوصیات (Important features of solid catalysts)

(a) ایکٹیوٹی (Activity)

ایک وسیط کی ایکٹیوٹی کا انحصار کافی حد تک کیمیائی التصاق پر ہوتا ہے۔ سرگرم ہونے کے لئے، متعامل کا وسیط پر مناسب مضبوطی کے ساتھ التصاق ہونا چاہیے۔ پھر بھی وہ اتنی مضبوطی کے ساتھ Adsorb نہیں ہونے چاہئیں کہ وہ بے حرکت ہو جائیں اور متعاملوں کے لیے وسیط کی سطح پر کوئی جگہ خالی نہ رہ پائے۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ ہائڈروجنیشن تعاملات کے لئے کیٹلک ایکٹیویٹی دوری جدول میں گروپ 5 سے گروپ 11 تک بڑھتی ہے جن میں گروپ 7 سے 9 تک کے عناصر سب سے زیادہ ایکٹیوٹی ظاہر کرتے ہیں (کلاس XI، اکائی 3)۔

$$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{Pt} 2H_2O(l)$$

(b) انتخابیت (Selectivity)

کسی وسیط کی انتخابیت اس کی کسی تعامل کو سمت فراہم کر کے ایک مخصوص ماحصل بنانے کی صلاحیت ہے۔ مثال کے طور پر H_2 اور CO سے شروع کر کے اور مختلف وسیط کا استعمال کر کے ہم مختلف ماحصلات حاصل کر سکتے ہیں۔

$$CO(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{Ni} CH_4(g) + H_2O(g) \quad (i)$$

$$CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow{Cu/ZnO-Cr_2O_3} CH_3OH(g) \quad (ii)$$

$$CO(g) + H_2(g) \xrightarrow{Cu} HCHO(g) \quad (iii)$$

اس طرح یہ نتیجہ نکالا جا سکتا ہے کہ وسیط نوعیت کے اعتبار سے بہت زیادہ انتخابی ہوتے ہیں یعنی ایک دی ہوئی شے صرف ایک مخصوص تعامل کے لیے ہی وسیط کے طور پر کام کرتی ہے سبھی تعاملات کے لیے نہیں۔ اس کا مطلب ہے کہ کوئی شے اگر ایک تعامل میں وسیط کے طور پر کام کرتی ہے تو یہ دوسرے تعامل کو کیٹلائز کرنے میں ناکام ہو سکتی ہے۔

5.2.3 زیولائٹوں کے ذریعہ شکل انتخابی کیٹلسس (Shape-Selective Catalysis by Zeolites)

وہ وسیطی تعامل جو وسیط کے مسام کی ساخت نیز متعامل اور ماحصل کے سالمات کے سائز پر منحصر ہوتا ہے شکل انتخابی کیٹلسس (Shape-selective catalysis) کہلاتا ہے۔ زیولائٹ اچھے شکل انتخابی کیٹلسس ہیں کیونکہ ان کی ساخت شہد کی مکھیوں کے چھتہ جیسی ہوتی ہے۔ یہ سلیکیٹ کے سہ ابعادی نیٹ ورک والے خوردبینی مسام دار ایلومینوسلیکیٹ ہیں جن میں ایلومینیم کے ایٹموں کی جگہ کچھ سیلکان ایٹم ہوتے ہیں جس کی وجہ سے Al–O–Si فریم ورک حاصل ہوتا ہے۔ زیولائٹ میں ہونے والے تعاملات ماحصلات اور متعاملوں کے سالمات کے شکل اور اس کے سائز نیز زیولائٹ کے مسامات اور جوف (Cavities) پر منحصر ہوتے ہیں۔ یہ قدرتی ماحول میں پائے جاتے ہیں اور ساتھ ہی وسیطی انتخابیت کے لیے تالیف بھی کیے جاتے ہیں۔

زیولائٹوں کا بڑے پیمانے پر استعمال پیٹروکیمیکل انڈسٹری میں ہائڈروکاربن کی کریکنگ اور آئسومیرائزیشن میں وسیط کے طور پر کیا جاتا ہے۔ پیٹروکیمیکل انڈسٹری میں استعمال ہونے والا ایک اہم زیولائٹ وسیط ZSM – 5 ہے۔ یہ الکحل کو پہلے غیر آبی بناتا ہے جس سے ہائڈروکاربنوں کا آمیزہ بنتا ہے۔ اس طرح الکحل سیدھے ہی گیسولین (پیٹرول) میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔

5.2.4 انزائم کیٹلسس (Enzyme Catalysis)

انزائم پیچیدہ نائٹروجنی نامیاتی مرکبات ہیں جو کہ زندہ پودوں اور جانوروں کے ذریعے پیدا کیے جاتے ہیں۔ دراصل یہ بہت زیادہ سالماتی کمیت والے پروٹین سالمات ہیں اور پانی کو لائڈی محلول بناتے ہیں۔ یہ بہت مؤثر وسیط (Catalyst) ہیں جو کہ خاص طور سے قدرتی عملوں سے وابستہ متعدد تعاملات کو کیٹالائز کرتے ہیں۔ زندگی کے افعال کو برقرار رکھنے کے لیے پودوں اور جانوروں کے جسموں میں ہونے والے متعدد تعاملات انزائموں کے ذریعے کیٹالائز ہوتے ہیں۔ اسی لیے انزائموں کو حیاتیاتی کیمیائی وسیط (Biochemical catalyst) کہتے ہیں اور یہ مظہر حیاتیاتی کیمیائی کیٹلسس (Biochemical catalysis) کہلاتا ہے۔

کئی انزائم جاندار خلیوں سے خالص کرسٹلی حالت میں حاصل کیے گئے ہیں۔ تاہم سب سے پہلے انزائم کی تجربہ گاہ میں تالیف 1969 میں کی گئی تھی۔ انزائموں کے ذریع کیٹلائز ہونے والے تعاملات کی کچھ مثالیں ذیل میں دی گئی ہیں:

(i) گنّے کی چینی کا Inversion : انورٹیز (Invertaze) انزائم گنّے کی چینی کو گلوکوز اور فرکٹوز میں تبدیل کر دیتا ہے۔

$$C_{12}H_{22}O_{11}(aq) + H_2O(l) \xrightarrow{\text{Invertase}} C_6H_{12}O_6(aq) + C_6H_{12}O_6(aq)$$

گنّے کی چینی   گلوکوز   فرکٹوز

(ii) گلوکوز کی ایتھائل الکحل میں تبدیلی: زائی میز (Zymase) انزائم گلوکوز کو ایتھائل الکحل اور کاربن ڈائی آکسائڈ میں تبدیل کر دیتا ہے۔

$$C_6H_{12}O_6(aq) \xrightarrow{\text{Zymase}} 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$$

گلوکوز   ایتھائل الکحل

(iii) اسٹارچ کی مالٹوز میں تبدیلی : ڈایسٹیز (Diastase) انزائم اسٹارچ کو مالٹوز میں تبدیل کر دیتا ہے۔

$$2(C_6H_{10}O_5)_n(aq) + nH_2O(l) \xrightarrow{\text{Diastase}} nC_{12}H_{22}O_{11}(aq)$$
Starch Maltose

(iv) مالٹوز کی گلوکوز میں تبدیلی: مالٹیز انزائم مالٹوز کو گلوکوز میں تبدیل کر دیتا ہے۔

$$C_{12}H_{22}O_{11}(aq) + H_2O(l) \xrightarrow{\text{Maltase}} 2C_6H_{12}O_6(aq)$$
مالٹوز گلوکوز

(v) یوریا کی امونیا اور کاربن ڈائی آکسائڈ میں تحلیل: یوریز (Urease) انزائم اس تحلیل کو کیٹلائز کرتا ہے۔

$$NH_2CONH_2(aq) + H_2O(l) \xrightarrow{\text{Urease}} 2NH_3(g) + CO_2(g)$$

(vi) معدہ میں، پیپسن (Pepsis) انزائم پروٹین کو پیپٹائڈ میں تبدیل کر دیتا ہے جبکہ آنتوں میں لبلبہ (Pancreas) سے آنے والا ٹرپسن (Trypsin) پروٹین کی ہائڈرولسس (Hydrolysis) کر کے امینوایسڈ میں تبدیل کر دیتا ہے۔

(vii) دودھ کی دھی میں تبدیلی: یہ ایک انزائم تعامل ہے جو کہ دہی میں موجود لیکٹو بیسلی (Lacto bacilli) انزائموں کے ذریعے ہوتا ہے۔

جدول 5.2 میں کچھ اہم انزائم تعاملات کا خلاصہ دیا گیا ہے۔

جدول 5.2 کچھ انزائم تعاملات

انزائم	ماخذ	انزائم تعاملات
انورٹیز	ایسٹ	سکروز ← گلوکوز اور فرکٹوز
زائی میز	ایسٹ	گلوکوز ← ایتھائل الکحل اور کاربن ڈائی آکسائڈ
ڈائسٹیز	مالٹ	اسٹارچ ← مالٹوز
مالٹیز	ایسٹ	مالٹوز ← گلوکوز
یوریئز	سویابین	یوریا ← امونیا اور کاربن ڈائی آکسائڈ
پیپسن	معدہ	پروٹین ← امینوایسڈ

انزائم کیٹلسس کی خصوصیات (Characteristics of enzyme catalysis)

انزائم کیٹلسس کارکردگی اور اونچے درجہ کی مخصوصیت کے معاملے میں یکتا ہے۔ انزائم وسیط مندرجہ ذیل خصوصیات کا اظہار کرتے ہیں۔

(i) بہت زیادہ کارگر (Most highly efficient): انزائم کا ایک سالمہ ایک منٹ میں متعامل کے 10 لاکھ سالمات کو تبدیل کر سکتا ہے۔

(ii) بہت زیادہ مخصوص فطرت (Highly specific nature): ہر ایک انزائم ایک دیے ہوئے تعامل کے لئے مخصوص ہوتا ہے یعنی ایک وسیط ایک سے زیادہ تعامل کو کیٹلائز نہیں کر سکتا۔ مثال کے طور پر یوریز انزائم صرف یوریا کے ہائڈرولسس کو ہی کیٹلائز کرتا ہے۔ یہ کسی اور امائڈ (Amide) کے ہائڈرولسس کو کیٹلائز نہیں کرتا۔

(iii) معقول درجۂ حرارت پر بہت زیادہ سرگرم (Highly active under optimum temperature): ایک متعین درجۂ حرارت (جسے معقول درجۂ حرارت کہتے ہیں) پر انزائم تعامل کی شرح سب سے زیادہ ہو جاتی ہے۔ معقول درجۂ حرارت کے کسی بھی طرف انزائم کی سرگرمی کم ہو جاتی ہے۔ انزائم سرگرمی کے لئے معقول درجۂ حرارت کی رینج 298-310 K ہوتی ہے۔ انسانی جسم کا درجۂ حرارت 310 K ہونے کی وجہ سے یہ انزائم کیٹلائز تعاملات کے لیے بہت مناسب ہے۔

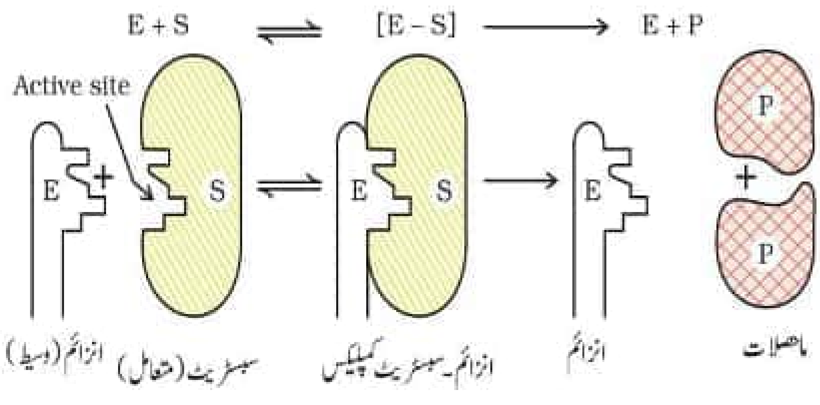
(iv) معقول pH پر بہت زیادہ سرگرم (Highly active under optimum pH): ایک مخصوص pH (جسے معقول pH کہتے ہیں) پر انزائم کیٹلائز تعامل کی شرح سب سے زیادہ ہوتی ہے جو کہ pH قدر 5 تا 7 کے درمیان ہوتی ہے۔

(v) ایکٹیویٹر اور کوانزائموں کی موجودگی میں بڑھتی ہوئی سرگرمی: کچھ مخصوص مادوں (جنھیں کوانزائم کہتے ہیں) کی موجودگی میں انزائموں کی سرگرمی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ جب اینزائم کے ہمراہ ایک معمولی غیر پروٹین (وٹامن) موجود ہو تو وسیطی عمل میں قابل لحاظ حد تک اضافہ ہو جاتا ہے۔ ایکٹیویٹر عام طور سے دھاتی آین ہوتے ہیں جیسے Na^+, Mn^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+} وغیرہ۔ یہ دھاتی آین جب اینزائم سالمات سے کمزور بانڈ کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں تو ان کے وسیطی عمل میں اضافہ کر دیتے ہیں۔ سوڈیم کلورائڈ یعنی Na^+ آینوں کی موجودگی میں ایمائلیز وسیطی اعتبار سے بہت سرگرم ہو جاتا ہے۔

(vi) مانع اور سُم کا اثر (Influence of inhibitors and poisons): عام وسیط کی طرح انزائم بھی کچھ مخصوص مادوں کی موجودگی میں Inhibit اور Poisoned ہو جاتے ہیں۔ Inhibitors اور Poisons انزائم کی سطح پر موجود سرگرم تفاعلی گروپ سے باہمی عمل کر کے انزائموں کے وسیطی عمل کو کم کر دیتے ہیں یا مکمل طور پر تباہ کر دیتے ہیں۔ کئی دواؤں کے استعمال کا تعلق جسم میں Enzyme inhibitors کے طور پر ان کے عمل سے ہوتا ہے۔

انزائم کیٹلسس کا میکانزم (Mechanism of enzyme catalysis)

انزائموں کولائڈی ذرات کی سطح پر متعدد جوف (Cavities) موجود ہوتی ہیں۔ یہ جوف مخصوص شکل والی ہوتی ہیں اور NH_2، –COOH، –SH، –OH وغیرہ جیسے سرگرم گروپوں پر مشتمل ہوتی ہیں۔ یہ دراصل انزائم ذرات کی سطح پر سرگرم مراکز ہیں۔ اس متعامل کے سالمات (Substrate) جس کی شکل تمی ہوتی ہے، ان جوف میں اس طرح فٹ ہو جاتے ہیں جس طرح تالے میں چابی فٹ ہو جاتی ہے۔ سرگرم گروپ کی موجودگی کی وجہ سے ایک ایکٹیویٹڈ کمپلیکس تشکیل پاتا ہے جو کہ تحلیل ہو کر ماحصلات میں تبدیل ہو جاتا ہے۔



شکل 5.4: انزائم کیٹلس تعامل کا میکانزم

اس طرح انزائم-کیٹلائز تعاملات کے بارے میں یہ مانا جاسکتا ہے کہ یہ دو مرحلوں میں مکمل ہوتے ہیں۔

مرحلہ 1: انزائم کی سبسٹریٹ (Substrate) سے بندش، جس کے نتیجے میں ایکٹیویٹڈ کمپلیکس بنتے ہیں۔

$$E + S \rightarrow ES^{\neq}$$

مرحلہ 2: ایکٹیویٹڈ کمپلیکس کی تحلیل سے ماحصلات بنتے ہیں۔

$$ES^{\neq} \rightarrow E + P$$

5.2.5 صنعت میں وسیط (Catalysts in Industry)

جدول 5.3 میں کچھ اہم تکنیکی وسیطی عمل دیے گئے ہیں۔ اس سے صنعتوں میں وسیط کی افادیت کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔

جدول 5.3 کچھ صنعتی وسیطی عمل

عمل	وسیط
1۔ امونیا بنانے کے لیے ہیبرس پراسس $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$	باریک پسا ہوا آئرن، پروموٹر کے طور پر مالبڈینم حالات: 200 bar دباؤ اور 723-773 K درجۂ حرارت
2۔ نائٹرک ایسڈ بنانے کے لیے اوسٹوالڈ پراسس $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$ $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ $4NO_2(g) + 2H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow 4HNO_3(aq)$	پلیٹینائزڈ ایسبیسٹس درجۂ حرارت 573 K
3۔ سلفیورک ایسڈ بننے کے لیے کانٹیکٹ پراسس $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $SO_3(g) + H_2SO_4(aq) \rightarrow H_2S_2O_7(l)$ اولیم $H_2S_2O_7(l) + H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(aq)$	پلیٹینائزڈ ایسبیسٹس یا وینیڈیم پینٹا آکسائڈ (V_2O_5) درجۂ حرارت 673-723 K

متن پر مبنی سوالات

5.4 ہیبرس پراسس میں امونیا بنانے کے دوران CO کو ہٹانا کیوں ضروری ہے؟

5.5 ایسٹر ہائڈرولسس شروع میں سست اور کچھ دیر کے بعد تیز کیوں ہو جاتا ہے؟

5.6 کیٹلسس کے عمل میں Desorption کا کیا رول ہے؟

5.3 کولائڈز (Colloids)

ہم اکائی 2 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ محلول متجانس نظام ہیں۔ ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ جب ریت کو پانی میں ملاتے ہیں تو معلق (Suspension) حاصل ہوتا ہے جو کہ وقت کے ساتھ ساتھ آہستہ آہستہ نیچے بیٹھ جاتا ہے۔ معلق اور محلولوں کی دو انتہا کے درمیان ہم نظاموں کا ایک بڑا گروپ دیکھتے ہیں جنہیں کولائڈل (Colloidal)، ڈیسپرژن (Dispersion) یا صرف کولائڈز (Colloids) کہتے ہیں۔

کولائڈ ایک غیر متجانس نظام ہوتا ہے جس میں ایک شے بہت باریک ذرات کی شکل میں دوسری شے (انتشاری میڈیم) میں منتشر (منتشر فیز) ہو جاتا ہے۔

محلول اور کولائڈ میں ضروری فرق ذرات کا سائز ہے۔ محلول میں اجزائے ترکیبی ذرات آین یا چھوٹے سالمات ہوتے ہیں جبکہ کولائڈ میں منتشر فیز ایک بڑے سالمہ (جیسے کہ پروٹین یا تالیفی پالیمر) یا کئی ایٹموں، آینوں یا سالمات کے مجموعہ پر مشتمل ہوسکتا ہے۔ کولائڈل ذرات سادہ سالمات کے مقابلے بڑے ہوتے ہیں لیکن اتنے چھوٹے ہوتے ہیں کہ معلق رہ سکیں۔ ان کا قطر 1 تا 1000 nm (10^{-9} یا 10^{-6} میٹر) کی رینج میں ہوتا ہے۔ کم سائز کی وجہ سے کولائڈل ذرات کا فی اکائی کمیت سطحی رقبہ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ 1 سینٹی میٹر ضلع والے کعب پر غور کیجیے۔ اس کا کل سطحی رقبہ $6cm^2$ ہے۔ اگر اسے 10^{12} کعب میں مساوی طور پر تقسیم کیا جائے تو ان کعب کا سائز بڑے کولائڈ کے ذرات کے برابر ہوگا اور کل سطحی رقبہ $60,000\ cm^2$ یا $6m^2$ ہوگا۔ یہ بہت زیادہ سطحی رقبہ کولائڈوں کو کچھ مخصوص صفات عطا کرتا ہے جن پر اس اکائی میں بحث ہے۔

5.4 کولائڈوں کی درجہ بندی (Classification of Colloids)

کولائڈوں کی مندرجہ ذیل معیار کی بنیاد پر درجہ بندی کی گئی ہے۔

(i) منتشر فیز اور انتشاری میڈیم کی طبعی حالت

(ii) منتشر فیز اور انتشاری میڈیم کے درمیان باہمی عمل کی نوعیت

(iii) منتشر فیز کے ذرات کی قسم

5.4.1 منتشر فیز اور انتشاری میڈیم کی طبعی حالت کی بنیاد پر درجہ بندی

اس بنا پر کہ کیا منتشر فیز اور انتشاری میڈیم ٹھوس، رقیق یا گیس ہیں، آٹھ قسم کے کولائڈی نظام ممکن ہیں۔ ایک گیس کی دوسری گیس میں آمیزش سے متجانس آمیزہ حاصل ہوتا ہے اور اسی لیے یہ کولائڈی نظام نہیں ہے۔ مختلف اقسام کے کولائڈوں کی مثالیں ان کے مخصوص ناموں کے ساتھ جدول 5.4 میں دی گئی ہیں۔

جدول 5.4 کولائڈل نظاموں کی اقسام

منتشر فیز	انتشاری میڈیم	کولائڈ کی قسم	مثالیں
ٹھوس	ٹھوس	ٹھوس سول	کچھ رنگین کانچ اور جواہرات
ٹھوس	رقیق	سول	روغن، خلیائی سیال
ٹھوس	گیس	ایروسول	دھواں، دھول
رقیق	ٹھوس	جیل	پنیر، مکھن، جیلی
رقیق	رقیق	املشن	دودھ، بالوں کی کریم
رقیق	گیس	ایروسول	کہرا، دھند، بادل، حشرہ کش اسپرے
گیس	ٹھوس	ٹھوس سول	جھانوا پتھر، فوم، ربر
گیس	رقیق	فوم	جھاگ، صابن کے جھاگ، کریم

کئی جانی پہچانی تجارتی مصنوعات اور قدرتی اشیا کولائڈ ہیں۔ مثال کے طور پر پھینٹی گئی کریم ایک جھاگ ہے جو کہ رقیق میں منتشر گیس ہے۔ ہوائی جہازوں کی ایمرجنسی لینڈنگ کے وقت آگ بجھانے کے لیے استعمال ہونے والی

فوم بھی کولائڈی نظام ہیں۔ زیادہ تر حیاتیاتی سیال آبی سول (پانی میں منتشر ٹھوس) ہیں۔ ایک مخصوص خلیہ میں پروٹین اور نیوکلک ایسڈ کولائڈل سائز ذرات ہیں جو کہ آینوں اور چھوٹے سالمات کے آبی محلول میں منتشر ذرات ہیں۔

جدول 5.4 میں دیے گئے مختلف قسم کے کولائڈوں میں سے سب سے عام کولائڈ ہیں: سول (رقیق میں ٹھوس)، جیل (ٹھوس میں رقیق) اور ایملشن (رقیق میں رقیق)۔ حالانکہ موجودہ اکائی میں ہم صرف سول اور ایملشن پر ہی بحث کریں گے مزید اس میں یہ بھی اضافہ ہوسکتا ہے کہ اگر انتشاری میڈیم پانی ہے تو سول کو آبی سول (Aquasol) یا ہائڈروسول کہا جاتا ہے اور اگر انتشاری میڈیم الکوحل ہے تو اسے الکوسول (Alcosol) کہتے ہیں۔

5.4.2 منتشر فیز اور انتشاری میڈیم کے درمیان باہمی عمل کی بنیاد پر درجہ بندی

منتشر فیز اور انتشاری میڈیم کے درمیان باہمی عمل کی بنیاد پر کولائڈی سول کو دو زمروں میں تقسیم کیا گیا ہے یعنی لیوفلک (Lyophilic) (محل پسند) اور لیوفوبک (Lyophobic) (محل گریز) اگر پانی انتشاری میڈیم ہے تو ہائڈروفلک اور ہائڈروفوبک اصطلاحات کا استعمال کیا جاتا ہے۔

(i) لیوفلک کولائڈ [Lyophilic colloids]: لفظ لیوفلک کا مطلب ہے رقیق پسند۔ گوند، جلیٹن اسٹارچ، ربر جیسے مادوں کی مناسب رقیق (انتشاری میڈیم) میں آمیزش کرنے پر حاصل ہونے والے کولائڈل سول لیوفلک سول کہلاتے ہیں۔ ان سول کی ایک اہم خصوصیت یہ ہے کہ اگر انتشاری میڈیم کو منتشر فیز (فرض کیجیے تبخیر کے ذریعہ) سے علیحدہ کردیا جائے تو سول کی صرف انتشاری میڈیم کے ساتھ دوبارہ آمیزش کرکے دوبارہ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ اس لیے ان سول کو رجعتی سول (Reversible Sol) بھی کہتے ہیں۔ مزید یہ ہے کہ یہ سول کافی مستحکم ہوتے ہیں اور جیسا کہ آگے مذکور ہے، ان کی بستگی (Coagulaton) آسان نہیں ہے۔

(ii) لیوفوبک کولائڈ [Lyophobic colloids]: لفظ لیوفوبک کا مطلب ہے رقیق گریز۔ دھاتیں اور ان کے سلفائڈ وغیرہ جیسی اشیا کی جب انتشاری میڈیم میں آمیزش کی جاتی ہے تو کولائڈی سول نہیں بنتا۔ ان کے کولائڈی سول صرف مخصوص طریقوں (جن پر بعد میں بحث کی جائے گی) سے بنائے جاسکتے ہیں۔ اس قسم کے سول لیوفوبک سول کہلاتے ہیں۔ ایسے سول میں الیکٹرولائٹ کی تھوڑی سی مقدار ملاکر، گرم کرکے یا ہلاکر ان کی ترسیب (یا بستگی) کی جاسکتی ہے۔ اور اسی لیے یہ مستحکم نہیں ہوتے۔ مزید یہ کہ ایک مرتبہ ان کی ترسیب ہونے کے بعد یہ انتشاری میڈیم کی آمیزش کرنے پر دوبارہ کولائڈی سول نہیں بناتے۔ اس لیے انھیں غیر رجعتی سول (Irreversiblesol) بھی کہتے ہیں۔ لیوفوبک سول کو محفوظ کرنے کے لئے اسٹیبلائزنگ ایجنٹ درکار ہوتے ہیں۔

5.4.3 منتشر فیز کے ذرات کی قسم کی بنیاد پر درجہ بندی کثیر سالماتی، کلاں سالماتی اور ایسوسی ایٹڈ کولائڈ

منتشر فیز کے ذرات کی قسم کی بنیاد پر کولائڈوں کی درجہ بندی کثیر سالماتی، کلاں سالماتی اور ایسوسی ایٹڈ کولائڈ کے تحت کی جاسکتی ہے۔

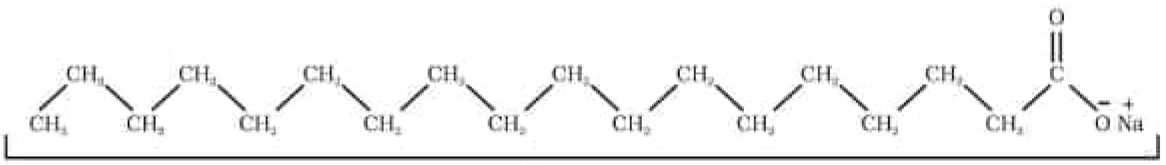
(i) کثیر سالماتی کولائڈ [Multimolecular colloids]: تحلیل ہونے پر کسی شے کے بہت سے ایٹم یا چھوٹے سالمات ایک ساتھ جمع ہوکر ایسی اسپشیز کی تشکیل کرتے ہیں جس کا سائز کولائڈی رینج میں (قطر > 1nm) ہو تو اس قسم کی اسپشیز کثیر سالماتی کولائڈ کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر گولڈ سول میں متعدد ایٹموں پر مشتمل مختلف سائز والے ذرات ہوتے ہیں۔ سلفر سول میں ایک ہزار یا اس سے بھی زیادہ S_8 سلفر سالمات موجود ہوتے ہیں۔

(ii) کلاں سالماتی کولائڈ (Macromolecular colloids): کلاں سالمات (اکائی 15) مناسب محللوں میں ایسے محلول بناتے ہیں جن میں کلاں سالمات کا سائز کولائڈی رینج میں ہوسکتا ہے۔ ایسے نظام کلاں سالماتی کولائڈ کہلاتے ہیں۔ یہ کولائڈ کافی مستحکم ہوتے ہیں اور کئی معنی میں حقیقی محلولوں کی طرح ہوتے ہیں۔ قدرتی طور پر پائے جانے والے کلاں سالماتی کولائڈوں کی مثالیں ہیں: اسٹارچ، سیلیولوز، پروٹین اور انزائم نیز انسان ساختہ کلاں سالمات ہیں پالی تھین، نائلون، پالی اسٹائرین، تالیفی ربر وغیرہ۔

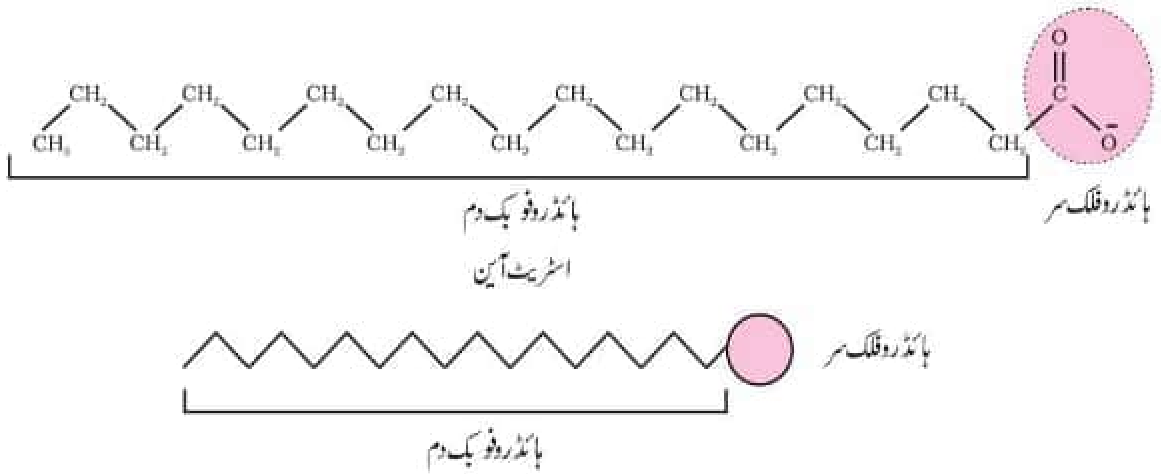
(iii) ایسوسی ایٹڈ کولائڈ (مسیل) [Associated colloids (Micelles)]: کچھ اشیا ایسی ہیں جو کہ ارتکاز پر نارمل طاقتور الیکٹرولائٹ کی طرح کا طرزعمل ظاہر کرتے ہیں لیکن زیادہ ارتکاز پر ایگریگیٹڈ (Aggregated) ذرات کی تشکیل کی وجہ سے کولائڈوں جیسا طرزعمل ظاہر کرتے ہیں۔ یہ ایگریگیٹڈ ذرات مسیل (Micelles) کہلاتے ہیں۔ انھیں ایسوسی ایٹڈ کولائڈ بھی کہتے ہیں۔ مسیل کی تشکیل ایک مخصوص درجۂ حرارت کے اوپر ہی ہوتی ہے جسے کرافٹ درجۂ حرارت (T_k) کہتے ہیں اور مخصوص ارتکاز سے اوپر یہ فاصل مسیل ارتکاز (Critical micelle Coneertration یعنی CMC) کہلاتا ہے۔ ڈائی لیوشن پر یہ کولائڈ انفرادی آینوں میں ٹوٹ جاتے ہیں۔ سطحی سرگرم ایجنٹ مثلاً صابن اور تالیف ڈیٹرجنٹ اس زمرے میں آتے ہیں۔ صابن کے لیے CMC کی قدر 10^{-4} تا 10^{-3} mol L^{-1} ہے۔ یہ کولائڈ لیوفوبک اور لیوفلک دونوں حصوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ مسیل میں 100 یا اس سے بھی زیادہ سالمات ہوتے ہیں۔

مسیل کی تشکیل کا میکانزم (Mechanism of micelle formation)

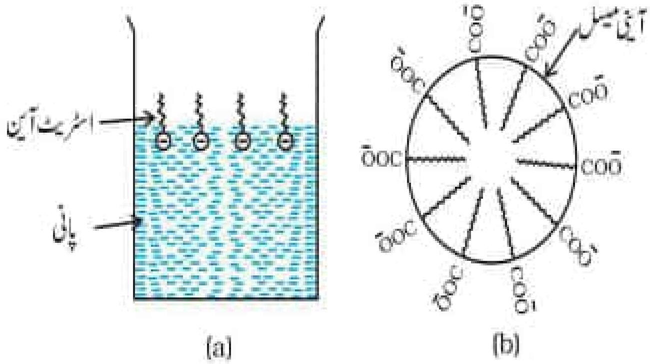
آیئے صابن کے محلول کی مثال لیتے ہیں۔ صابن اونچے فیٹی ایسڈوں کے سوڈیم یا پوٹاشیم نمک ہیں۔ انہیں $RCOO^-Na^+$ سے ظاہر کیا جاتا ہے (مثلاً سوڈیم اسٹریٹ $CH_3(CH_2)_{16}COO^-Na^+$ جو کہ زیادہ تر صابنوں کا



$(C_{17}H_{35}CO\bar{O}\ \overset{+}{Na})$ سوڈیم اسٹریٹ



شکل 5.5: اسٹریٹ آین کے ہائڈروفوبک اور ہائڈروفلک حصے



شکل 5.6: (a) صابن کے کم ارتکاز پر پانی کی سطح پر اسٹریٹ آینوں کی ترتیب
(b) صابن کے فاصل میسل ارتکاز پر پانی کے جسم میں اسٹریٹ آینوں کی ترتیب

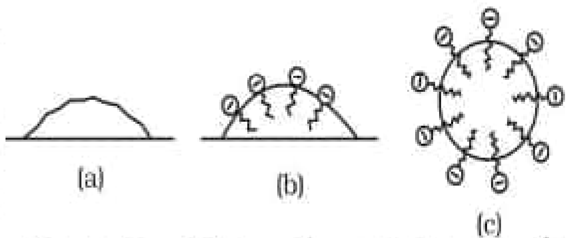
اہم جزو ہے)۔ جب صابن کو پانی میں گھولا جاتا ہے تو یہ $RCOO^-$ اور Na^+ آینوں میں تحلیل ہو جاتا ہے۔ $RCOO^-$ آین دو حصوں پر مشتمل ہوتے ہیں ایک لمبی ہائڈروکاربن زنجیر R (جسے غیر قطبی دم بھی کہتے ہیں) جو کہ ہائڈروفوبک (آب گریز) ہے اور ایک قطبی گروپ COO^- (جسے قطبی-آینی ہیڈ بھی کہتے ہیں) جو کہ ہائڈروفلک (آب پسند) ہوتا ہے۔

$RCOO^-$ آین سطح پر اس طرح موجود رہتے ہیں کہ ان کا COO^- گروپ پانی میں اور ہائڈروکاربن زنجیر R اس سے دور سطح پر رہتی ہے۔ لیکن فاصل مسیل ارتکاز پر این آین محلول کی جسامت (Bulk) میں کھنچ جاتے ہیں اور ایک ساتھ کروی شکل میں اس طرح جمع ہو جاتے ہیں کہ ان کی ہائڈروکاربن زنجیریں مرکز کی طرف اشارہ کرتی ہیں اور COO^- حصہ باہر کی طرف سطح پر رہتا ہے۔ اس طرح بننے والا ایگریگیٹ آینی مسیل (Ionic micelle) کہلاتا ہے۔ یہ مسیل اس قسم کے 100 آینوں پر مشتمل ہو سکتے ہیں۔

اسی طرح سوڈیم لارل سلفیٹ $CH_3(CH_2)_{11}SO_4^-Na^+$ جیسے ڈٹرجنٹ کے معاملے میں قطبی گروپ SO_4^- ہے جو کہ ہائڈروکاربن زنجیر کے ہمراہ ہے۔ اس طرح، مسیل کی تشکیل کا میکانزم یہاں بھی صابن کی طرح ہی ہے۔

صابن کا عمل صفائی (Cleaning action of soaps)

یہ پہلے ہی بتایا جا چکا ہے کہ مسیل میں مرکزی کور کی طرح ایک ہائڈروفوبک ہائڈروکاربن ہوتا ہے۔ صابن کا عمل صفائی اس حقیقت پر مبنی ہے کہ صابن کے سالمات تیل کی بوند کے چاروں طرف اس طرح مسیل بناتے ہیں کہ اسٹریٹ آین کا ہائڈروفوبک حصہ تیل کی بوند میں ہوتا ہے اور ہائڈروفلک حصہ روئیں کی طرح گریس کی بوند سے باہر نکلا رہتا ہے (شکل 5.7)۔ کیونکہ قطبی حصہ پانی کے ساتھ باہمی عمل کر سکتا ہے، اسٹریٹ آینوں سے گھری ہوئی تیل کی بوندیں پانی میں کھینچ لی جاتی ہے اور گندگی سطح سے علیحدہ ہو جاتی ہے۔ اس طرح صابن امیلیفیکیشن اور چربیوں نیز تیل کو صاف کرنے میں مدد دیتے ہیں۔ چھوٹی گولیوں کے چاروں طرف منفی چارج شدہ غلاف انھیں ایک ساتھ آنے اور ایگریگیٹ بنانے سے روکتا ہے۔



شکل 5.7: (a) کپڑوں پر گریس (b) گریس کے قطروں کے اطراف اسٹریٹ آینوں کی ترتیب اور (c) اسٹریٹ آینوں سے گھرے ہوئے گریس کے قطرے (مسیل کی تشکیل)

5.4.4 کولائڈوں کی تیاری (Preparation of Colloids)

کولائڈ بنانے کے کچھ اہم طریقے مندرجہ ذیل ہیں:

(a) کیمیائی طریقے (Chemical methods)

کولائڈی محلول دوہری تحلیل، تکسیدی، تحویل یا ہائڈرولسس کے ذریعہ سالمات کی تشکیل کر کے کیمیائی تعاملات کے ذریع تیار کیے جاتے ہیں۔ یہ سالمات ایگریگیٹ ہو کر سول کی تشکیل کرتے ہیں۔

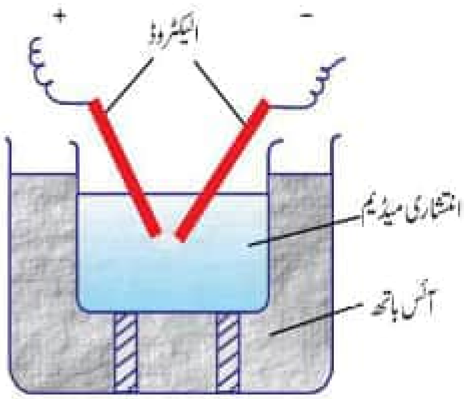
$$As_2O_3 + 3H_2S \xrightarrow{\text{Double decomposition}} As_2S_3(sol) + 3H_2O$$

$$SO_2 + 2H_2S \xrightarrow{\text{Oxidation}} 3S(sol) + 2H_2O$$

$$2\,AuCl_3 + 3\,HCHO + 3H_2O \xrightarrow{\text{Reduction}} 2Au(sol) + 3HCOOH + 6HCl$$

$$FeCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{\text{Hydrolysis}} Fe(OH)_3\ (sol) + 3HCl$$

(b) برقی تحلیل یا بریڈگ کا آرک طریقہ (Electrical disintegration or Bredig's Arc method)



شکل 5.8: بریڈگ کا آرک طریقہ

یہ طریقہ انتشار (Dispersion) اور تکثیف (Condensation) پر مشتمل ہے۔ سونا، چاندی، پلیٹینم وغیرہ جیسی دھاتوں کے سول اسی طریقے سے بنائے جاتے ہیں۔ اس طریقے سے انتشاری میڈیم میں ڈوبے دھاتی الیکٹروڈ کے درمیان ایک برقی آرک منسلک کیا جاتا ہے (شکل 5.8)۔ پیدا ہونے والی تیز گرمی دھات کو تبخیر کر دیتی ہے جو کہ تکثیف ہو کر کولائڈی سائز کے ذرات بناتی ہے۔

(c) پیپٹائزیشن (Peptization)

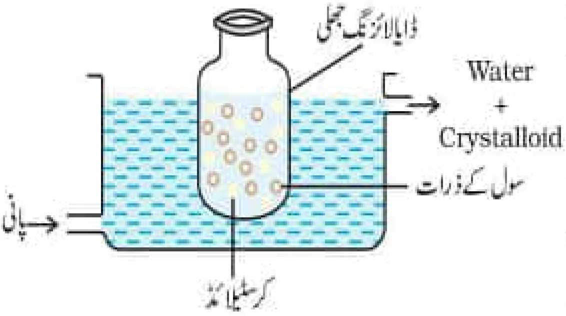
پیپٹائزیشن کی تعریف اس طرح بیان کی جاتی ہے کہ کسی رسوب کو الیکٹرولائٹ کی تھوڑی سی مقدار میں انتشاری میڈیم کے ساتھ ہلا کر کولائڈی سول میں تبدیل کرنے کا طریقہ پیپٹائزیشن کہلاتا ہے۔ اس مقصد کے لئے استعمال ہونے والا الیکٹرولائٹ پیپٹائزنگ ایجنٹ کہلاتا ہے۔ اس طریقہ کا استعمال عام طور سے تازہ بنے رسوب کو کولائڈی سول میں تبدیل کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔

پیپٹائزیشن کے دوران رسوب، الیکٹرولائٹ کے کسی ایک آین کو اس کی سطح پر جذب کر لیتا ہے۔ اس کی وجہ سے رسوب پر مثبت یا منفی چارج پیدا ہو جاتا ہے جو کہ کولائڈی سائز کے چھوٹے ذرات میں ٹوٹ جاتا ہے۔ آپ ٹھوس ذرات پر چارج پیدا ہونے کے عمل اور ذرات کے بکھراؤ کو سیکشن 5.4.6 میں کولائڈل ذرات پر چارج کے ذیلی عنوان کے تحت پڑھیں گے۔

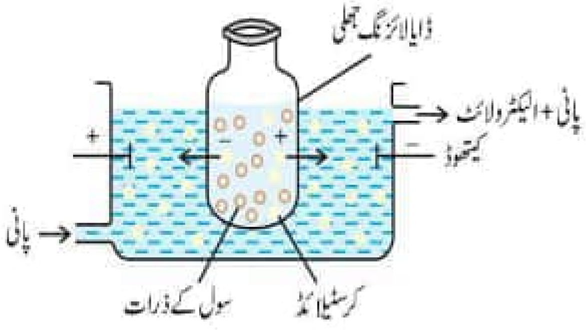
5.4.5 کولائڈی محلولوں کی تخلیص (Purification of Colloidal Solutions)

جب کولائڈی محلول کو بنایا جاتا ہے تو ان میں الیکٹرولائٹ کی کافی مقدار اور کچھ دوسری حل پذیر ملاوٹیں ہوتی ہیں۔ حالانکہ الیکٹرولائٹ کی معمولی سی مقدار کولائڈی محلول کے استحکام کے لیے ضروری ہے جبکہ زیادہ مقدار اسے بستہ کر دیتی ہے۔ اس لیے ضروری ہے کہ ان حل پذیر ملاوٹوں کے ارتکاز کو مناسب حد تک کم کیا جائے۔ وہ عمل جس کے ذریعہ ملاوٹوں کو مناسب حد تک کم کیا جاتا ہے کولائڈی محلول کی تخلیص کہلاتا ہے۔ کولائڈی محلول کی تخلیص مندرجہ ذیل طریقوں سے کی جاتی ہے۔

(i) ڈائی لسس (Dialysis): ایک مناسب جھلی کی مدد سے نفوذ کے ذریعہ کولائڈی محلول سے حل پذیر اشیا کو علیحدہ کرنا ڈائی لسس کہلاتا



شکل 5.9: ڈائی لسس



شکل 5.10: الیکٹرو ڈائی لیسس

ہے۔ کیونکہ حقیقی محلول کے ذرات (آین یا چھوٹے سالمات) حیوانی جھلی (بلیڈر)، پارچمنٹ کاغذ یا سیلفون شیٹ میں سے گزر سکتے ہیں لیکن کولائڈی ذرات نہیں لہٰذا ڈائی لسس کے لیے جھلی کا استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اس مقصد کے لیے استعمال میں آنے والا آلہ ڈائی لیزر (Dialyser) کہلاتا ہے۔

کولائڈی محلول پر مشتمل ایک مناسب جھلی سے بنے تھیلے کو ایک برتن میں لٹکایا جاتا ہے جس میں سے ہوکر تازہ پانی مسلسل بہتا رہتا ہے (شکل 5.9)۔ سالمات اور آین جھلی میں سے نفوذ ہوکر پانی میں آجاتے ہیں اور خالص کولائڈی محلول پیچھے رہ جاتا ہے۔

(ii) الیکٹروڈائی لسس (Electro-dialysis): عام طور سے ڈائی لسس کا عمل بہت سست ہوتا ہے اگر غیر خالص کولائڈی محلول میں حل پذیر شے صرف الیکٹرولائٹ ہو تو اس کا برقی میدان لگا کر تیز کیا جا سکتا ہے تب اسے الیکٹروڈائی لسس کا نام دیا جاتا ہے۔ کولائڈی محلول کو ایک مناسب جھلی کے بیگ میں رکھا جاتا ہے جبکہ خالص پانی کو باہر لیا جاتا ہے۔ الیکٹروڈ کو شکل 5.10 کے مطابق کمپارٹمنٹ میں لگا دیا جاتا ہے۔ کولائڈی محلول میں موجود آین مخالف چارج والے الیکٹروڈ کی جانب حرکت کرتے ہیں۔

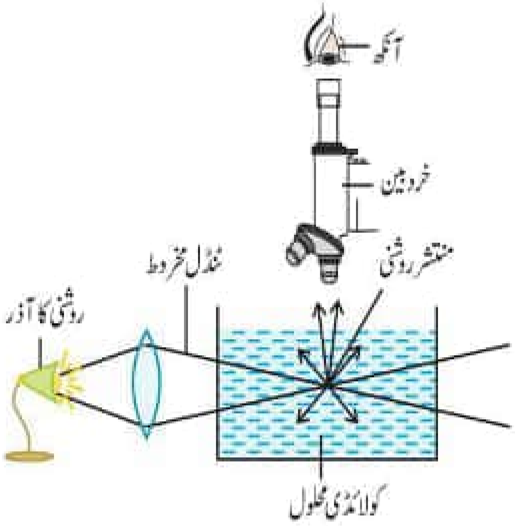
(iii) الٹرافلٹریشن (Ultrafiltration): الٹرافلٹریشن وہ عمل ہے جس میں محلل سے کولائڈی ذرات اور کولائڈ محلول میں موجود حل پذیر منحل کو ان مخصوص فلٹر کے ذریعہ علیحدہ کیا جاتا ہے جو کہ کولائڈی ذرات کے علاوہ باقی تمام اشیا کے لیے سرایت پذیر ہوتے ہیں۔ کولائڈی ذرات عام فلٹر پیپر سے گزر جاتے ہیں کیونکہ سامات کافی بڑے ہوتے ہیں۔ تاہم کولائڈی ذرات کو گزرنے سے روکنے کے لیے کولوڈین (Colloidion) محلول بسریز کر کے ان سالمات کے سائز کو چھوٹا کیا جا سکتا ہے۔ عام طور سے کولوڈین، الکحل اور ایتھر کے آمیزے میں نائٹروسیلیلوز کا 4% محلول ہوتا ہے۔ الٹرافلٹر پیپر کو ایک کولوڈین محلول میں بھگوکر، فارملڈیہائڈ کی مدد سے سخت بنا کر اور آخیر میں سکھا کر بنایا جا سکتا ہے۔ اس طرح الٹرافلٹر پیپر کے استعمال سے کولائڈی ذرات کو دیگر اشیا سے علیحدہ کیا جا سکتا ہے۔ الٹرافلٹریشن ایک سست عمل ہے۔ عمل کو تیز کرنے کے لیے دباؤ یا تمکن (Suction) کا استعمال کیا جاتا ہے۔ خالص کولائڈی محلول حاصل کرنے کے لیے الٹرافلٹر پیپر پر باقی ماندہ کولائڈی ذرات کو تازہ انتشاری میڈیم (محلل) کے ساتھ ہلایا جاتا ہے۔

5.4.6 کولائڈی محلول کی خصوصیات (Properties of Colloidal Solutions)

کولائڈی محلولوں کی مختلف خصوصیات مندرجہ ذیل ہیں:

(i) مربوط خصوصیات (Colligative properties): کولائڈی ذرات نسبتاً بڑے اگریگیٹ ہونے کی وجہ سے کولائڈی محلول میں، حقیقی محلول کے مقابلے ذرات کی تعداد نسبتاً کم ہوتی ہے۔ اس لیے یکساں ارتکاز پر مربوط خصوصیات (ولوجی دباؤ، بخاراتی دباؤ میں تخفیف نقطۂ انجماد میں کمی اور نقطۂ جوش میں اضافہ) کی قدریں حقیقی محلولوں کے ذریعہ ظاہر کی گئی قدروں کے مقابلے کم آرڈر کی ہوتی ہیں۔

(ii) ٹنڈل اثر (Tyndall effect): اگر اندھیرے میں رکھے ہوئے ایک متجانس آمیزہ کا روشنی کی سمت میں مشاہدہ کیا جائے تو یہ واضح نظر آتا ہے اور اگر اس کا مشاہدہ روشنی کی سمت کے عمودی کیا جائے تو یہ مکمل طور سے



شکل **5.11**: ٹنڈل اثر

گہرے رنگ کا (Dark) نظر آتا ہے۔ کولائڈی محلولوں کو اسی طرح دیکھنے پر یہ ترسیلی روشنی کے ذریعہ مناسب طور پر واضح یا نیم شفاف نظر آتے ہیں لیکن روشنی کے راستہ سے زاویہ قائمہ پر دیکھنے سے یہ کم سے زیادہ غیر شفافیت ظاہر کرتے ہیں۔ یعنی روشنی کا راستہ نیلے رنگ کی روشنی سے منور ہو جاتا ہے۔ اس اثر کا سب سے پہلے فیراڈے نے مشاہدہ کیا تھا اور بعد میں اس کا تفصیلی مطالعہ ٹنڈل (Tyndall) کے ذریعہ کیا گیا۔ اسی لیے یہ ٹنڈل اثر (Tyndall effect) کہلاتا ہے۔ روشنی کا چمکدار مخروط ٹنڈل مخروط (Tyndallcone) کہلاتا ہے۔ (شکل 5.11) ٹنڈل اثر اس حقیقت کی وجہ سے ہوتا ہے کہ کولائڈی ذرات روشنی کو اسپیس میں سبھی سمتوں میں منتشر کر دیتے ہیں۔ روشنی کا یہ انتشار کولائڈی انتشار میں روشنی کے راستہ کو منور کر دیتا ہے۔

ٹنڈل اثر کو سنیما ہال پکچر کے پروجیکشن کے دوران ہال میں موجود دھول اور دھوئیں کے ذرات کو روشنی کے انتشار کی وجہ سے دیکھا جا سکتا ہے۔ ٹنڈل اثر کا مشاہدہ صرف اسی صورت میں کیا جا سکتا ہے جب مندرجہ ذیل دونوں شرائط مطمئن ہو جائیں۔

(i) منتشر ہونے والے ذرات کا قطر استعمال ہونے والی روشنی کے طول موج سے بہت زیادہ کم نہیں ہونا چاہیے۔ اور

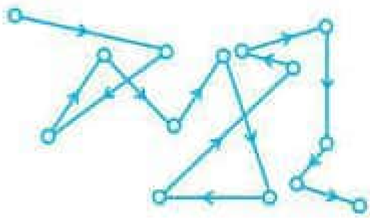
(ii) منتشر فیز اور انتشاری میڈیم کے انعطافی اشاریوں کی وسعت میں بہت زیادہ فرق ہو۔

ٹنڈل اثر کا استعمال کولائڈی اور حقیقی محلولوں کے درمیان فرق کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ 1903 میں Zsigmondy، نے ایک ایسا آلہ سیٹ اپ کرنے کے لیے ٹنڈل اثر کا استعمال کیا جسے الٹرا مائکروسکوپ کہتے ہیں۔ کانچ کے برتن میں رکھے کولائڈی محلول پر روشنی کا بیم فوکس کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد روشنی کے فوکس کا مائکروسکوپ کی مدد سے روشنی سے 90° کے زاویہ پر مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ انفرادی کولائڈی ذرات چمکتے ہوئے ستاروں کی مانند نظر آتے ہیں جبکہ پس منظر سیاہ نظر آتا ہے۔ الٹرا مائکروسکوپ حقیقی کولائڈی ذرات کی نقش کشی نہیں کرتا ہے بلکہ ان کے ذریعہ منتشر ہونے والی روشنی کا مشاہدہ کرتا ہے۔ اس طرح الٹرا مائکروسکوپ ذرات کے سائز اور شکل کے بارے میں کوئی اطلاع فراہم نہیں کرتا۔

(iii) رنگ (Colour): کولائڈی محلول کا رنگ منتشر ذرات کے ذریعہ منتشر ہونے والی روشنی کے طول موج پر منحصر ہوتا ہے۔ مزید یہ کہ روشنی کے طول موج کا انحصار ذرات کے سائز اور ان کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ کولائڈی محلول کا رنگ آبزرور کے ذریعہ روشنی کا مل کرنے کے طریقہ بھی منحصر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر دودھ اور پانی کا آمیزہ منعکس روشنی میں نیلا نظر آتا ہے جبکہ ترسیل شدہ روشنی میں دیکھنے پر یہ سرخ نظر آتا ہے۔ گولڈ سول کا رنگ سرخ ہوتا ہے، جیسے جیسے ذرات کے سائز میں اضافہ ہوتا ہے یہ بینگنی اور پھر نیلا اور آخر میں سنہرا ہو جاتا ہے۔

(iv) براؤنی حرکت (Brownian movement): جب کولائڈی محلولوں کو طاقتور الٹرا مائکروسکوپ کی مدد سے دیکھا جاتا ہے تو کولائڈی ذرات ایک مسلسل بے قاعدہ حرکت (Zigzag motion) کی حالت میں نظر آتے ہیں۔ اس حرکت کا سب سے پہلے برطانوی ماہر نباتیات رابرٹ براؤن نے مشاہدہ کیا تھا اسی لیے

اسے براؤنی حرکت (شکل 5.12) کہا جاتا ہے۔ یہ حرکت کولائڈ کی نوعیت سے مبرا ہوتی ہے لیکن ذرات کے سائز اور محلول کی لزوجت پر منحصر ہوتی ہے۔ سائز جتنا چھوٹا اور لزوجت جتنی گرم ہوگی، حرکت اتنی ہی تیز ہوگی۔ براؤنی حرکت کی تشریح انتشاری میڈیم کے سالمات کے کولائڈی ذرات سے غیر متوازن تصادم کی وجہ سے کی جاسکتی ہے۔ براؤنی حرکت جنبشی اثر رکھتی ہے جو کہ ذرات کو نیچے بیٹھنے دیتی ہے اور اس طرح کولائڈی سول کے استحکام کے لیے ذمہ دار ہے۔



شکل 5.12: براؤنی حرکت

(v) کولائڈی ذرات پر چارج (Charge on colloidal particles): کولائڈی ذرات پر ہمیشہ برقی چارج موجود ہوتا ہے۔ دیے گئے کولائڈی محلول میں سبھی ذرات پر اس چارج کی نوعیت یکساں ہوتی ہے جو کہ مثبت یا منفی ہوسکتی ہے۔ کچھ سول کی فہرست ان کے ذرات پر چارج کی نوعیت کے ہمراہ ذیل میں دی گئی ہے۔

مثبت چارج شدہ سول	منفی چارج شدہ سول
ہائڈریٹڈ دھاتی آکسائڈ مثلاً $Al_2O_3.xH_2O$، $CrO_3.xH_2O$ اور $Fe_2O_3.xH_2O$ وغیرہ	دھاتیں مثلاً کاپر، سلور، گولڈ سول
اساسی رنگ مثلاً میتھائلین بلو سول	دھاتی سلفائڈ مثلاً As_2S_3، Sb_2S_3، CdS سول
ہیموگلوبن (خون)	تیزابی رنگ مثلاً ایوسین، کونگو ریڈ سول
آکسائڈ مثلاً TiO_2 سول	اسٹارچ، گوند، جلیٹن، کلے، چارکول سول

کولائڈی ذرات پر مساوی اور یکساں چارجوں کی موجودگی کولائڈی محلولوں کے استحکام کے لیے خاص طور سے ذمہ دار ہے کیونکہ یکساں چارجوں کے درمیان دافع قوتیں انھیں ایک دوسرے کے نزدیک آنے پر ایک جگہ جمع ہونے سے روکتی ہیں۔

سول ذرات پر چارجوں کی موجودگی کی ایک یا زیادہ وجوہات ہوسکتی ہیں۔ مثلاً دھاتوں کے برقی انتشار کے دوران سول ذرات کے ذریعہ الیکٹران کا مقید ہوجانا۔ محلول سے آینوں کا ترجیحی التصاق اور یا برقی دوہری پرت کی تشکیل۔ سول ذرات پر آینوں کے ترجیحی التصاق (adsorption) کے سبب چارج کے پیدا ہونے کا بیان درج ذیل ہے۔

سول ذرات مثبت یا منفی آینوں کے ترجیحی التصاق کے ذریعہ مثبت یا منفی چارج حاصل کر لیتے ہیں۔ جب انتشاری میڈیم میں دو یا زیادہ آین موجود ہوتے ہیں تو کولائڈی ذرات سے مشترک آین کا ترجیحی التصاق ہوتا ہے۔ مندرجہ ذیل مثالوں سے اس کی تشریح کی جاسکتی ہے:

(a) جب بہت زیادہ ہلکے پوٹاشیم آیوڈائڈ محلول میں بہت زیادہ ہلکے سلور نائٹریٹ کی آمیزش کی جاتی ہے تو ترسیب شدہ سلور آیوڈائڈ انتشاری میڈیم سے آیوڈائڈ آینوں کا التصاق کرلیتا ہے اور منفی چارج شدہ کولائڈی محلول تشکیل پاتا ہے۔ تاہم اگر $AgNO_3$ محلول میں KI محلول کی آمیزش کی جاتی ہے تو انتشاری میڈیم سے Ag^+ آینوں کے التصاق کی وجہ سے مثبت چارج شدہ سول حاصل ہوتا ہے۔

AgI/I^-	AgI/Ag^+
مثبت چارج شدہ	منفی چارج شدہ

(b) اگر گرم پانی کی وافر مقدار میں $FeCl_3$ کی آمیزش کی جاتی ہے تو Fe^{3+} آینوں کے التصاق کی وجہ سے مثبت چارج شدہ ہائیڈرٹیڈ فیرک آکسائڈ کا سول حاصل ہوتا ہے۔ اگر NaOH محول میں فریک کلورائڈ کی آمیزش کی جاتی ہے تو OH^- آینوں کے التصاق کی وجہ سے منفی چارج شدہ سول حاصل ہوتا ہے۔

$Fe_2O_3.xH_2O/OH^-$	$Fe_2O_3.xH_2O/Fe^{3+}$
منفی چارج شدہ	مثبت چارج شدہ

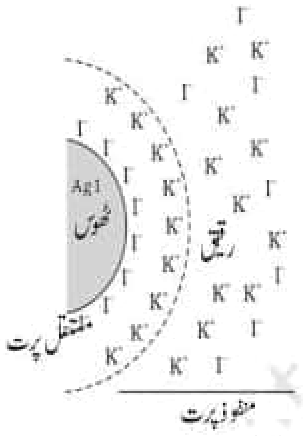
جیسا کہ اوپر مذکور ہوا، ترجیحی التصاق کے ذریعہ کولائڈی ذرات کی سطح پر مثبت یا منفی چارج آجانے کے بعد یہ پرت میڈیم میں سے کاؤنٹر آینوں کو اپنی جانب متوجہ کرتی ہے اور دوسری پرت تشکیل پاتی ہے جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

AgI/I^-K^+ $\qquad$ AgI/Ag^+I^-

کولائڈی ذرات کے چاروں طرف برعکس چارجوں کی دو پرتوں کا اتحاد ہیمولٹز برقی دوہری پرت کہلاتا ہے۔ جدید نظریہ کے مطابق آینوں کی پہلی پرت تختی کے ساتھ بندھی رہتی ہے اور متعین پرت (Fixed layer) کہلاتی ہے جبکہ دوسری پرت متحرک ہوتی ہے اور منفوذ پرت (Diffused layer) کہلاتی ہے۔ تصویر 5.13 دوہری پرت کو دکھاتی ہے۔ کیونکہ چارجوں کی علیحدگی (Potential) امکانی توانائی کا مقام ہے لہٰذا متعین اور منفوذ حصوں پر برعکس علامات والے چارجوں کی وجہ سے دو پرتوں کے درمیان امکانی توانائی کا فرق پیدا ہوجاتا ہے۔ اسی طرح آلہ تکثیف میں امکانی توانائی کا فرق پیدا ہوتا ہے متعین پرت اور منفوذ پرت کے درمیان یہ امکانی توانائی کا فرق برق حرکی توانائی (Electrokinetic Potential) یا زیٹا امکانی توانائی (Zeta potential) کہلاتا ہے۔

اگر ناقابل حل شے (رسوب) کے دو ذرات میں دو پرتیں نہیں ہیں تو وہ اتنے قریب آسکتے ہیں کہ ان کو وان ڈر والز قوتیں ایک ساتھ کھینچ سکتی ہیں۔ جب ذرات میں دو پرتیں ہوتی ہیں، جیسا کہ تصویر 5.13 میں دکھایا گیا ہے تو مجموعی اثر یہ ہوگا کہ ذرات ایک دوسرے کو علیحدگی کے بڑے فاصلے پر دھکیل دیتے ہیں۔ یہ دفاعی عمل ان کے قریب آنے کو روک دیتا ہے۔ وہ منتشر رہتے ہیں اور کولائڈ مستحکم رہتا ہے۔

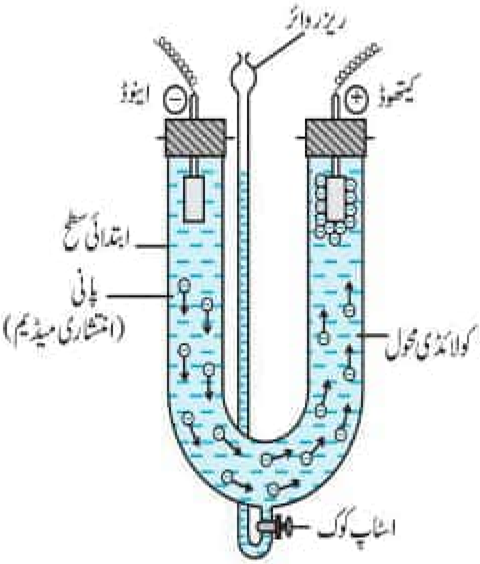
معلق لسونت (Sol) میں مزید الیکٹرالائٹ ملانے سے نفوذ شدہ دوہری پرتوں کو دبا دیتی ہے اور زیٹا امکانی توانائی (Zeta Potential) کو کم کرتی ہے۔ یہ ایک بڑی حد تک ذرات کے درمیان برق سکونی دفع کو کم کردیتی ہے اور لسونت رسوب بن جاتے ہیں۔ اسی وجہ سے لسونت (کولائڈ) خاص طور پر مخالف چارج والے آین کے تئیں حساس ہوتے ہیں۔



شکل 5.13: دوہری پرتوں کا بننا

(vi) الیکٹروفورسیس (Electrophoresis): کولائڈی ذرات پر چارجوں کے وجود کی تصدیق الیکٹروفوریسس تجربہ کے ذریعہ ہوتی ہے۔ کولائڈی محلول میں ڈوبی ہوئی دو پلیٹینم الیکٹروڈوں پر برقی مضمر لگایا جاتا ہے تو کولائڈی ذرات ایک یا دوسرے الیکٹروڈ کی طرف حرکت کرتے ہیں۔ اطلاقی برقی مضمر کے تحت کولائڈی ذرات کی حرکت الیکٹروفوریسس کہلاتی ہے۔ مثبت چارج والے ذریت کیتھوڈ کی جانب حرکت کرتے ہیں جبکہ منفی چارج والے ذرات اینوڈ کی جانب حرکت کرتے ہیں۔ اسے مندرجہ ذیل تجرباتی سیٹ اپ کے ذریعہ دکھایا جاسکتا ہے (شکل 5.13)۔

جب الیکٹروفوریسس بتی ذرات کی حرکت کو کچھ مناسب طریقوں کے ذریعہ روکا جاتا ہے تو یہ دیکھا جاتا ہے کہ انتشاری میڈیم برقی میدان کی طرف حرکت کرنا شروع کردیتا ہے۔ یہ مظہر برقی ولوج (Electroosmosis) کہلاتا ہے۔



شکل 5.14 : الیکٹروفوریسس

(vii) بستگی یا ترسیب (Coagulation or precipitation of the Sol) لیوفوبک سول کا استحکام کولائڈی ذرات پر چارجوں کی موجودگی کی وجہ سے ہے۔ اگر کسی طرح چارج ہٹادیا جائے تو ذرات ایک دوسرے کے نزدیک آجائیں گے اور ایگریگیٹ (یابستہ) تشکیل دے کر کشش ثقل کے باعث نیچے بیٹھ جائیں گے۔

کولائڈی ذرات کے نیچے بیٹھنے کا عمل سول کی بستگی یا ترسیب کہلاتا ہے۔

لیوفوبک سول کی بستگی کا عمل مندرجہ ذیل طریقوں سے بروئے کار لایا جاسکتا ہے:

(i) الیکٹروفورسیس کے ذریعہ (By electrophoresis): کولائڈی ذرات برعکس چارج والے الیکٹروڈ کی طرف حرکت کرتے ہیں اور ڈسچارج ہو جاتے ہیں اس طرح ان کی ترسیب ہو جاتی ہے۔

(ii) دو برعکس چارج والے سول کی آمیزش کے ذریعہ: جب برعکس چارج والے سول کی تقریباً مساوی تناسب میں آمیزش کی جاتی ہے تو ان کے چارج تعدیل ہو جاتے ہیں اور ان کی مکمل طور سے یا جزوی طور پر ترسیب ہو جاتی ہے۔ ہائڈریٹڈ فیرک آکسائڈ (مثبت سول) اور آرسینیس سلفائڈ (منفی سول) کی آمیزش کے نتیجے میں ان کی ترسیب ہو جاتی ہے۔ اس قسم کی بستگی باہمی بستگی (Mutual coagulation) کہلاتی ہے۔

(iii) ابال کر (By boiling): جب کسی سول کو ابالا جاتا ہے تو التصاق شدہ پرت میں انتشاری میڈیم کے سالمات کے ساتھ تصادم کی وجہ سے خلل پیدا ہو جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے ذرات پر چارج کم ہو جاتا ہے اور نتیجتاً یہ رسوب کی شکل میں نیچے بیٹھ جاتے ہیں۔

(iv) متواتر ڈائی لسس (By persistent dialysis): طویل ڈائی لسس کے نتیجے میں سول میں موجود الیکٹرولائٹ کے نشانات تقریباً مکمل طور سے ختم ہو جاتے ہیں اور کولائڈ غیر مستحکم ہو جاتا ہے اور بالآخر بستہ ہو جاتا ہے۔

(v) الیکٹرولائٹ ملا کر (By addition of electrolytes): جب الیکٹرولائٹ وافر مقدار میں ملایا جاتا ہے تو کولائڈی ذرات کی ترسیب ہو جاتی ہے۔ وجہ یہ ہے کہ کولائڈی ذرات اپنے چارج کے مخالف چارج والے آئنوں سے باہمی عمل کرتے ہیں۔ اس کی وجہ سے تعدیلی ہوتی ہے اور یہ بستگی کا سبب بن جاتی ہے۔ ذرات پر موجود چارج کی تعدیلی کے لئے ذمہ دار آئن بستگی آئن کہلاتے ہیں۔ ایک منفی آئن مثبت چارج شدہ سول کی ترسیب کرتا ہے اور مثبت آئن منفی چارج والے سول کی ترسیب کرتا ہے۔

یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ عموماً، ملائے جانے والے آئن کی گرفت جتنی زیادہ ہوتی ہے اس کی ترسیب کرنے کی صلاحیت اتنی ہی زیادہ ہوتی ہے۔ اسے ہارڈی شلز کلیہ (Hardy shulze rule) کہتے ہیں۔ منفی سول کی بستگی میں Flocculating power کی ترتیب ہے: $Al^{3+} > Ba^{2+} > Na^{+}$

اسی طرح مثبت سول کی بستگی میں Flocculating power کی ترتیب ہے:

$$[Fe(CN)_6]^{4-} > PO_4^{3-} > SO_4^{2-} > Cl^-$$

کسی الیکٹرولائٹ کا ملی مول فی لیٹر میں ارتکاز جو کسی سول کی دو گھنٹوں میں ترسیب کے لیے مطلوب ہے بستگی قدر کہلاتا ہے۔ مطلوبہ مقدار جتنی کم ہوگی آئن کی بستگی کی صلاحیت اتنی ہی زیادہ ہوگی۔

لیوفلک سول کی بستگی (Coagulation of lyophilic sols)

لیوفلک سول کے استحکام کے لئے دو عوامل ذمہ دار ہیں۔ یہ عوام ہیں، کولائڈی ذرات پر چارج اور ان کا سالویشن (Solvation)۔ جب ان دونوں عوامل کو ہٹا دیا جاتا ہے تو لیوفلک سول کی بستگی ہو جاتی ہے۔ ایسا (i) الیکٹرولائٹ ملا کر اور (ii) کوئی مناسب محلل ملا کر کیا جاسکتا ہے۔ جب الکحل اور ایسی ٹون جیسے محلل کسی ہائڈروفلک سول میں ملائے جاتے ہیں تو منتشر فیز کا ڈی ہائڈریشن ہو جاتا ہے۔ اس حالت میں الیکٹرولائٹ کی بہت تھوڑی مقدار سے بھی بستگی ہو جاتی ہے۔

کولائڈوں کی حفاظت (Protection of colloids)

لیوفلک سول، لیوفوبک سول کے مقابلے میں زیادہ مستحکم ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ لیوفلک کولائڈ وسیع طور پر سالویشن کی صلاحیت رکھتے ہیں یعنی کولائڈی ذرات اس رقیق کے غلاف سے ڈھک جاتے ہیں جس میں یہ منتشر رہتے ہیں۔

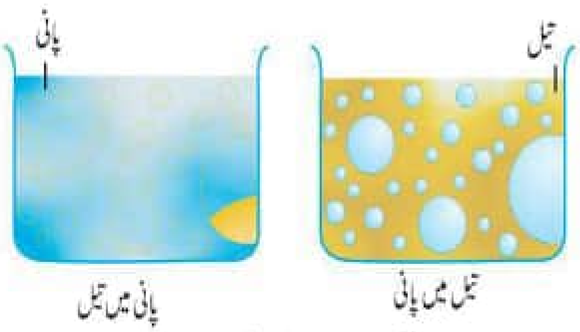
لیوفلک کولائڈوں کی یکتا خصوصیت یہ ہے کہ یہ لیوفوبک کولائڈوں کی حفاظت کرتے ہیں۔ جب ایک لیوفلک سول کو لیوفوبک سول میں ملایا جاتا ہے تو لیوفلک ذرّات لیوفوبک ذرات کے چاروں طرف ایک پرت بنا لیتے ہیں۔ اور اس طرح اس کی الیکٹرولائٹ سے حفاظت کرتے ہیں۔ اس مقصد کے لیے استعمال کیے جانے والے لیوفلک کولائڈ حفاظتی کولائڈ کہلاتے ہیں۔

5.5 ایملشن (Emulsions)

یہ رقیق - رقیق کولائڈی نظام ہیں یعنی نہایت چھوٹے قطروں کا کسی دوسرے رقیق میں انتشار ہے۔ اگر دو قابل آمیزش یا جزوی قابل آمیزش رقیق کے آمیزہ کو ہلایا جاتا ہے تو ایک رقیق سے دوسرے رقیق میں معمولی انتشار حاصل ہوتا ہے جسے ایملشن کہتے ہیں عام طور سے دو رقیق اشیا میں سے ایک پانی ہوتا ہے۔ دو قسم کے ایملشن ہیں۔

(i) پانی میں منتشر تیل (O/W type) اور

(ii) تیل میں منتشر پانی (W/O type)



شکل 5.15: ایملشن کی قسمیں

پہلے نظام میں پانی انتشاری میڈیم کے طور پر کام کرتا ہے۔ اس قسم کے ایملشن کی مثالیں ہیں: دودھ اور وینیشنگ کریم۔ دودھ میں، رقیق چربی پانی میں منتشر ہوتی ہے۔ دوسرے نظام میں تیل انتشاری میڈیم کے طور پر کام کرتا ہے۔ اس قسم کی عام مثالیں مکھن اور کریم ہیں۔

پانی میں تیل کا ایملشن غیر مستحکم ہوتا ہے اور بعض اوقات کچھ دیر کے لئے رکھنے پر یہ دو پرتوں میں علیحدہ ہو جاتا ہے۔ ایملشن کے استحکام کے لئے عام طور سے ایک تیسرا جزو ملایا جاتا ہے جسے ایملسیفائنگ ایجنٹ کہتے ہیں۔ ایملسیفائنگ ایجنٹ معلق ذرات اور میڈیم کے درمیان ایک بین سطحی فلم بنا لیتا ہے۔ O/W ایملشن کے لیے اہم ایملسیفائنگ ایجنٹ پروٹین، گوند، قدرتی اور تالیفی صابن وغیرہ ہیں اور W/O کے لیے فیٹی ایسڈوں کے بھاری دھاتی نمک اور لمبی زنجیر والے الکوحل، لیمپ بلیک وغیرہ۔

ایملشن کو انتشاری میڈیم کی کسی بھی مقدار کے ذریعہ ڈائی لیوٹ کیا جاسکتا ہے۔ دوسری طرف جب منتشر رقیق کی آمیزش کی جاتی ہے تو یہ ایک علیحدہ پرت بناتا ہے۔ ایملشن میں قطرے عام طور سے منفی چارج والے ہوتے ہیں اور الیکٹرولائٹ کے ذریعہ ان کی ترسیب ہو جاتی ہے۔ ایملشن کو گرم کرنے، منجمد کرکے یا مرکز گریزی وغیرہ کے ذریعہ اجزائے ترکیبی رقیق میں توڑا جاسکتا ہے۔

5.6 ہمارے اطراف میں کولائڈ (Colloids Around Us)

روزمرہ کی زندگی میں ہم جن اشیا سے ہم کنار ہوتے ہیں ان میں سے زیادہ تر کولائڈ ہیں۔ ہماری غذا، کپڑے جو ہم پہنتے ہیں، فرنیچر جو ہم استعمال کرتے ہیں گھر جس میں ہم رہتے ہیں، اخبار جسے ہم پڑھتے ہیں خاص طور سے کولائڈوں سے بنے ہیں۔

ذیل میں کچھ دلچسپ اور قابل ذکر کولائڈوں کی مثالیں دی گئی ہیں:

(i) آسمان کا نیلا رنگ (Blue colour of the sky): ہوا میں پانی کے ساتھ گرد کے معلق ذرات ہماری آنکھوں تک آنے والی روشنی کو منتشر کرتے ہیں اور آسمان ہمیں نیلا نظر آتا ہے۔

(ii) کہرا، دھند اور بارش (Fog, mist and rain): گرد کے ذرات پر مشتمل جب ہوا کی بہت زیادہ کمیت اپنے نقطہ شبنم (Dew point) سے نیچے ٹھنڈی ہوتی ہے تو ہوا کی نمی ان ذرات کے اوپر متکثف ہو جاتی ہے جس سے چھوٹی چھوٹی بوندیں بنتی ہیں۔ یہ بوندیں کولائڈی نوعیت کی ہونے کی وجہ سے ہوا میں دھند یا کہرے کی شکل میں تیرتی ہیں۔ بادل ہوا میں معلق پانی کی چھوٹی چھوٹی بوندوں والا ایروسول ہے۔ اوپری کرہ باد میں تکثف ہونے کی وجہ سے پانی کی کولائڈی بوندیں اور بڑی ہوتی جاتی ہیں جب تک کہ وہ بارش کی شکل میں نیچے نہ آجائیں۔ کبھی کبھی دو برعکس چارج والے بادلوں کے ملنے سے بھی بارش ہوتی ہے۔

برق شدہ ریت کو پھینک کر یا بادلوں کے برعکس چارج والے سول کا ہیلی کاپٹر کی مدد سے اسپرے کر کے مصنوعی بارش ممکن ہے۔

(iii) غذائی اشیا (Food articles): دودھ، مکھن، حلوہ، آئس کریم، پھلوں کا رس وغیرہ یہ سبھی کسی نہ کسی شکل میں کولائڈ ہی ہیں۔

(iv) خون (Blood): یہ ایک البومنائڈ شے کا کولائڈی محلول ہے۔ پھٹکری اور فیرک کلورائڈ محلول کا خون کو بہنے سے روکنے کا عمل خون کی بستگی کے نتیجے میں بننے والا تھکا ہے جو خون کو مزید بہنے سے روک دیتا ہے۔

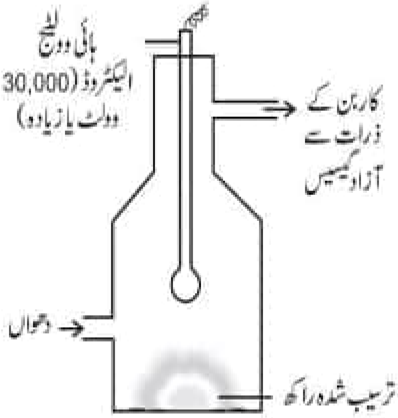
(v) مٹیاں (Soils): زرخیز مٹیاں کولائڈی نوعیت کی ہوتی ہیں جن میں ہیومس حفاظتی کولائڈ کے طور پر کام کرتا ہے۔ کولائڈی نوعیت ہونے کی وجہ سے مٹیاں نمی کو جذب کرتی ہیں اور مادوں کو مقوی بناتی ہیں۔

(vi) ڈیلٹا کی تشکیل (Formation of delta): دریا کا پانی مٹی کا کولائڈی محلول ہے۔ سمندر کے پانی میں متعدد الیکٹرولائٹ ہوتے ہیں۔ جب دریا کا پانی سمندر کے پانی میں ملتا ہے تو سمندر کے پانی میں موجود الیکٹرولائٹ مٹی کے کولائڈی محلول کی بستگی کر دیتے ہیں جو کہ ڈیلٹا کی شکل میں جمع ہو جاتا ہے۔

کولائڈوں کے استعمال (Applications of colloids)

کولائڈوں کا استعمال صنعتوں میں بڑے پیمانے پر کیا جاتا ہے۔ ذیل میں کچھ مثالیں دی گئی ہیں:

(i) دھوئیں کی برقی ترسیب: دھواں ہوا میں کاربن، آرسینک مرکبات، گرد وغیرہ ایسے ٹھوس ذرات کا کولائڈی محلول ہے۔ دھوئیں کو چمنی سے باہر نکلنے سے پہلے اس کے ذرات کے چارجوں کے برعکس چارج والی پلیٹوں کے چیمبر سے گزارا جاتا ہے۔ دھوئیں کے ذرات جب ان پلیٹوں کے تماس میں آتے ہیں تو اپنا چارج کھو دیتے ہیں اور ان کی ترسیب ہو جاتی ہے۔ اس طرح دھوئیں کے ذرات چیمبر کے فلور پر جمع ہو جاتے ہیں۔ ترسیب کار کاٹرل ترسیب کار (Cottrell precipitator) کہلاتا ہے (شکل 5.15)۔



شکل 5.16: کاٹریل ترسیب کار

(ii) پینے کے پانی کی تخلیص : قدرتی ذرائع سے حاصل ہونے والا پانی عام طور سے معلق ملاوٹوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس قسم کے پانی میں پھٹکری ملانے سے معلق ملاوٹیں بستہ ہوجاتی ہیں اور پانی پینے کے قابل ہوجاتا ہے۔

(iii) دوائیاں (Medicines): زیادہ تر دوائیں کولائڈی نوعیت کی ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر آرجیرال (Argyrol) ایک سلور سول ہے جسے آنکھ کے لوشن کے طور پر استعمال میں لایا جاتا ہے۔ کالازار کے علاج میں کولائڈی اینٹیمنی کا استعمال کیا جاتا ہے۔ بین عضلاتی انجکشنوں میں کولائڈی گولڈ کا استعمال کیا جاتا ہے۔ ملک آف میگنیشیا جو کہ ایک انجکشن ہے معدے سے متعلق عارضوں کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ کولائڈی دوائیں زیادہ موثر ہوتی ہیں کیونکہ ان کا سطحی رقبہ زیادہ ہوتا ہے اور اس لیے بآسانی Assimilated ہوجاتی ہیں۔

(iv) چمڑہ کمانا (Tanning): جانوروں کی جلد نوعیت کے اعتبار سے کولائڈی ہوتی ہے۔ جب جلد کو، جو کہ مثبت چارج والے ذرات پر مشتمل ہے، ٹینن (Tannin) (جو کہ منفی چارج والے کولائڈی ذرات پر مشتمل ہوتا ہے) میں بھگویا جاتا ہے تو باہمی بستگی عمل میں آتی ہے۔ اس سے چرم سخت ہو جاتا ہے اس عمل کو ٹیننگ (چمڑہ کمانا) کہتے ہیں۔ ٹینن کی جگہ کرومیم نمک بھی استعمال میں لائے جاتے ہیں۔

(v) صابن اور ڈٹرجنٹ کا عمل صفائی: اسے پہلے ہی سیکشن 5.4.3 میں بیان کیا جاچکا ہے۔

(vi) فوٹو گرافک پلیٹیں اور فلمیں: فوٹوگرافک پلیٹوں اور فلموں کو جلیٹن میں روشن کے تئیں حساس سلور برومائڈ کے ایملشن کی گلاس پلیٹوں یا سیلولائڈ فلموں پر پرت چڑھا کر بنایا جاتا ہے۔

(vii) ربر کی صنعت : لیٹیکس (Latex) ربر کے ایسے ذرات کا کولائڈی محلول ہے جو کہ منفی چارج شدہ ہوتے ہیں۔ ربر کو لیٹیکس کی بستگی سے بنایا جاتا ہے۔

(viii) صنعتی مصنوعات : روغن، روشنائی، تالیفی پلاسٹک، ربر گریفائٹ مدہن، سیمنٹ وغیرہ یہ سب کولائڈی محلول ہیں۔

متن پر مبنی سوالات

5.7 ہارڈی شلز کلیہ میں آپ کس قسم کی ترمیم تجویز کریں گے؟

5.8 رسوب کا مقداری تخمینہ کرنے سے پہلے اسے پانی سے دھونا کیوں ضروری ہے؟

خلاصہ

انصاق کسی شے کے سالمات کی کشش کرکے کسی ٹھوس یا رقیق کی سطح پر برقرار رکھنے کا مظہر ہے جس کے نتیجے میں جسامت (Bulk) کے مقابلے سطح پر ارتکاز زیادہ ہوتا ہے۔ وہ شے جس کا التصاق ہوتا ہے ملتصق (Adsorbate) کہلاتی ہے اور وہ شے پر جس پر التصاق کا عمل واقع ہوتا ہے التصاق پذیر (Adsorbent) کہلاتی ہے۔ طبیعی التصاق میں ملتصق، التصاق پذیر شے سے مضبوط کیمیکل بانڈ کے ذریعہ بندھا ہوتا ہے۔ تقریباً تمام ٹھوس اشیا گیسوں کا التصاق کرتی ہیں۔ ٹھوس پر گیس کا التصاق کس حد تک ہوتا ہے اس کا انحصار گیس کی نوعیت ٹھوس کی نوعیت، ٹھوس کا سطحی رقبہ، گیس کا دباؤ اور گیس کے درجۂ حرارت پر ہوتا ہے۔ مستقل درجۂ حرارت پر التصاق کی وسعت (r/m) اور گیس کے دباؤ میں تعلق کو التصاق آئسوتھرم (Adsoraption Isothrem) کہتے ہیں۔

وسیط (Caltalyst) ایک ایسی شے ہے جو تعامل میں استعمال ہوئے بغیر کیمیائی تعامل کی شرح میں اضافہ کردیتی ہے۔ وسیط کے استعمال کا مظہر کیٹلسس (Catalysis) کہلاتا ہے۔ غیر متجانس کیٹلسس میں وسیط اور متعاملوں کی فیز یکساں ہوتی ہے۔

کولائڈی محلول، حقیقی محلول اور معلق کے درمیان انٹرمیڈیٹ ہیں۔ دو فیز پر مشتمل ہوتا ہے۔ انتشاری فیز اور منتشر فیز۔ کولائڈی نظاموں کی درجہ بندی تین طرح سے کی جاتی ہے جو کہ (i) منتشر فیز اور انتشاری میڈیم کی طبیعی حالتوں (ii) منتشر فیز اور انتشاری میڈیم کے درمیان باہمی عمل کی نوعیت اور (iii) منتشر فیز کے ذرات کی نوعیت پر منحصر ہیں۔ کولائڈی نظام دلچسپ بصری، میکانیکی اور برقی خصوصیات کو ظاہر کرتے ہیں۔ وہ عمل جس کے تحت مناسب الیکٹرولائٹ ملانے پر سول میں کولائڈی ذرات غیر حل پذیر رسوب میں تبدیل ہوجاتے ہیں بستگی (coagulation) کہلاتا ہے۔ ایملشن (Emulsions) ایسے کولائڈی نظام ہیں جن میں منتشر فیز اور انتشاری میڈیم دونوں رقیق ہوتے ہیں۔ یہ (i) پانی میں تیل قسم کے اور (ii) تیل میں پانی قسم کے ہوتے ہیں۔ ایملشن بنانے کا طریقہ ایملشن سازی (Emulsification) کہلاتا ہے۔ ایملشن کو مستحکم بنانے کے لیے اس میں ایملسیفائنگ ایجنٹ یا ایملسی فائر ملائے جاتے ہیں۔ صابن اور ڈٹرجنٹ کا استعمال ایملسی فائر کے طور پر کثرت سے کیا جاتا ہے۔ کولائڈوں کے صنعتوں اور روزمرہ کی زندگی میں متعدد استعمال ہیں۔

مشقیں

5.1 التصاق (Adsorption) اور انجذاب (Absorption) اصطلاحات کے معنی میں فرق واضح کیجیے۔ ہر ایک کی ایک مثال دیجیے۔

5.2 طبیعی التصاق (Physisorption) اور کیمیائی التصاق (Chemisorption) کے درمیان کیا فرق ہے؟

5.3 وجہ بتائیے کہ باریک شے التصاق کے طور پر زیادہ مؤثر کیوں ہوتی ہے؟

5.4 ٹھوس پر گیس کے التصاق کو متاثر کرنے والے عوامل کیا ہیں؟

5.5 التصاق آئسوتھرم کیا ہے؟ فرائنڈلک التصاق آئسوتھرم کو بیان کیجیے۔

5.6 التصاق پذیر (Adsorbent) کے ایکٹیویشن سے آپ کیا سمجھتے ہیں؟ اسے کس طرح حاصل کیا جاتا ہے؟

5.7 غیر متجانس کیٹلسس میں اتصاق کا کیا رول ہے؟

5.8 اتصاق ہمیشہ حرارت زا کیوں ہوتا ہے؟

5.9 منتشر فیز اور انتشاری میڈیم کی طبیعی حالتوں کی بنیاد پر کولائڈی محلولوں کی درجہ بندی کس طرح کی جاتی ہے؟

5.10 ٹھوس میں گیس کے اتصاق پر دباؤ اور درجۂ حرارت کے اثر پر بحث کیجیے۔

5.11 لیوفلک (Lyophilic) اور لیوفوبک (Lyophobic) سول کیا ہیں؟ ہر ایک قسم کی ایک مثال دیجیے۔ ہائڈروفوبک سول کی بستگی آسانی سے کیوں ہوجاتی ہے؟

5.12 کثیر سالماتی (Multimoleculor) اور کلاں سالماتی (Macromoleculor) کولائڈوں میں کیا فرق ہے؟ ہر ایک کی ایک ایک مثال پیش کیجیے۔ ایسوسی ایٹڈ ان دوقسم کے کولائڈوں سے کس طرح مختلف ہیں؟

5.13 انزائم کیا ہیں؟ انزائم کیٹلسس کے میکانزم کو اختصار سے بیان کیجیے۔

5.14 مندرجہ ذیل کی بنیاد پر کولائڈوں کی درجہ بندی کس طرح کی جاتی ہے؟

(i) اجزا کی طبیعی حالتیں

(ii) انتشاری میڈیم کی نوعیت اور

(iii) منتشر فیز اور انتشاری میڈیم کے درمیان باہمی عمل

5.15 مندرجہ ذیل میں کیے جانے والے مشاہدہ کی تشریح کیجیے۔

(i) جب روشنی کا بیم کولائڈی سول سے ہوکر گزرتا ہے۔

(ii) جب الیکٹرولائٹ NaCl کو ہائڈرٹیڈ فیرک آکسائڈ سول میں ملایا جاتا ہے

(iii) جب کولائڈی سول میں برقی رو گزاری جاتی ہے۔

5.16 ایملشن کیا ہیں؟ ان کی مختلف اقسام بتائیے۔ ہر ایک قسم کی ایک مثال پیش کیجیے۔

5.17 ڈی ملیفیکیشن کیا ہے؟ دو ڈی ملسی فائر (Demulsifiers) کے نام بتائیے۔

5.18 صابن کا عمل ایملسی فیکیشن اور مسیل (Micelle) کی تشکیل کی وجہ سے ہے۔ اپنی رائے پیش کیجیے۔

5.19 غیر متجانس کیٹلسس کی چار مثالیں دیجیے۔

5.20 وسیط کی سرگرمی (Activity) اور انتخابیت (Selectivity) سے آپ کی کیا مراد ہے؟

5.21 زیولائٹس کے ذریعہ کیٹلسس کی خصوصیات کا بیان کیجیے۔

5.22 انتخابی کیٹلسس کی کیا شکل ہے؟

5.23 مندرجہ ذیل اصطلاحات کی تشریح کیجیے۔

(i) الیکٹروفوریس (ii) بستگی (Coagulation) (iii) ڈائی لیسس (iv) ٹنڈل اثر

5.24 ایملشن کے چار استعمال لکھیے۔

5.25 مسیل (Micalles) کیا ہیں؟ مسیل سسٹم کی ایک مثال دیجیے۔

5.26 مناسب مثالوں کے ذریعہ مندرجہ ذیل اصطلاحات کی تشریح کیجیے۔

(i) الکاسول (ii) ایروسول (iii) ہائڈروسول

5.27 ''کولائڈی کوئی شے نہیں ہے بلکہ شے کی ایک حالت ہے'' اس بیان پر اپنی رائے دیجیے۔

یونٹ

6

عناصر کی علیحدگی کے طریقے اور عام اصول

(General Principles and Processes of Isolation of Elements)

5262CH06

حرحرکیات اس بات کی وضاحت کرتی ہے کہ استخراج کے عمل میں دھاتی آکسائڈ کی دھات میں تحویل کے لیے مخصوص تحویلی عناصر اور کم سے کم مخصوص درجہ حرارت کیوں مناسب ہے۔

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہوجائیں گے کہ

- معدنیات، کچ دھات، ارتکاز، Benefaction، تکلیس (Calcination)، روسٹنگ، تخلیص وغیرہ اصطلاحات کی تشریح کرسکیں۔
- استخراج کے عملوں پر تکسید اور تحویل کے اصولوں کے اطلاق کو سمجھ سکیں۔
- Al، Cu، Zn اور Fe کے اصول استخراج پر گبس توانائی اور اینٹراپی جیسے حرحرکیاتی تصورات کا اطلاق کرسکیں۔
- اس بات کی تشریح کرسکیں کہ Cu_2O جیسے کچھ مخصوص آکسائڈوں کی تحویل Fe_2O_3 کے مقابلے زیادہ آسان کیوں ہوتی ہے۔
- اس بات کی تشریح کرسکیں کہ مخصوص درجۂ حرارت پر CO ایک مساعد تحویلی ایجنٹ کیوں ہے جبکہ دیگر معاملات میں کوک بہتر تحویلی ایجنٹ ہے۔
- اس بات کی تشریح کرسکیں کہ تحویلی مقاصد کے لیے مخصوص تحویلی ایجنٹ کا استعمال کیوں کیا جاتا ہے۔

قدیم زمانے سے تہذیب کی تاریخ مختلف طریقوں پر دھاتوں کے استعمال سے وابستہ رہی ہے۔ قدیم انسانی تہذیبوں میں تو مختلف ادوار کے نام بھی دھاتوں کے نام پر رکھے گئے ہیں۔ دھاتوں کے استخراج کے فن سے انسان کو دھاتیں بھی ملیں اور پھر ان سے انسانی سماج میں مختلف تبدیلیاں بھی آئیں۔ دھاتوں سے انسان کو اوزار، ہتھیار، زیورات اور برتن وغیرہ ہی نہیں ملے بلکہ ان سے ہماری تمدنی زندگی بھی مالا مال ہوئی۔ سونا، چاندی، تانبہ، سیسہ، ٹن، لوہا اور پارہ کو 'سات قدیمی دھاتیں' کہا جاتا ہے۔ صنعتی انقلاب کے بعد اگرچہ جدید قلزیات کو بڑا فروغ ملا ہے لیکن یہ بات بھی دلچسپی سے خالی نہیں کہ قلزیات سے متعلق بہت سے تصورات کی جڑیں ان قدیم اعمال ورسوم سے جڑی ہیں جن کا تعلق زمانہ ماقبل صنعتی انقلاب سے ہے۔ سات ہزار سال سے بھی پہلے ہندوستان میں قلزاتی ہنروں اور مہارتوں کی روایت بہت شاندار رہی ہے۔

آثار قدیمہ کی کھدائی اور ادبی شہادتیں سے بھی پہلے ہندوستانی قلزیات کی تاریخ کے دو اہم ماخذ رہے ہیں۔ اس برصغیر میں دھات کا پہلا ثبوت بلوچستان میں واقع میر گڑھ میں ملتا ہے جہاں تقریباً چھ ہزار سال قبل مسیح کا ایک مہرہ دستیاب ہوا ہے۔ اس کے متعلق خیال ہے کہ یہ خام تانبہ ہے جس کا کچ دھات سے استخراج نہیں ہوا ہے۔ راجستھان میں

کھیتری مقام پر معدنی گڑھوں سے حاصل مسی کچ دھات(Copper ore) کے نمونوں اور ہریانہ میں میتھاتھل نیز گجرات ،راجستھان،مدھیہ پردیش اورمہاراشٹر میں واقع آٹھ دیگرمقامات پر دستیاب ہڑپا تہذیب کی نمائندہ دستی کاری گری سے حاصل تانبہ کے نمونوں پر کیے گئے طیف سنجی (Spectrmetric) مطالعہ سے ثابت ہوتا ہے کہ ہندی برصغیر میں تانبہ صاف کرنے کے فن کی تاریخ مس حجری (Chalcolithic) تمدنوں جتنی پرانی ہے۔غالباً اس حجری تانبہ کی بنی اشیا دیسی طور پر ہی بنی ہوتی تھیں۔ ان اشیا کو بنانے کے واسطے استخراج کے لیے کچ دھات اراولی پہاڑیوں میں جمع کا لکاپی رائٹ (Chalcopyrite) کچ دھات سے حاصل کی جاتی تھی۔ پچھلی صدی میں آرکیالوجیکل سروے آف انڈیا نے کاپر پلیٹوں سے حاصل قدیم متون کو اور چٹانی کتبات کو مدون اور مرتب کر کے شائع کر رہا ہے۔ ان کاپر پلیٹوں (تامرپتروں) پر شاہی دستاویزات اور دیگر ریکارڈ کندہ ہوتے تھے۔ سب سے قدیم تامپر پتر میں موریہ عہد کی ایک دستاویز ہے جس میں قحط سے متعلق رفاہی کوششوں کا بیان ہے۔ یہ ہندوستان میں ماقبل اشوک چندنادر برہمی کتبوں میں سے ایک ہے۔

ہڑپا کے لوگ سونے چاندی کے ساتھ سونے چاندی سے مرکب بھرت (Electrum) کا بھی استعمال کرتے تھے۔ مختلف قسموں کے زیورات جیسے لنگن، چوڑیاں، مالائیں اور چھلے وغیرہ سیرامک یا کانسہ کے برتنوں میں ملے ہیں۔ سونے چاندی کے قدیم زیورات سندھ گھاٹی کے علاقوں (جیسے موہن جوداڑو) سے ملے ہیں۔ (یہ تین ہزار سال قبل مسیح کے ہیں)۔ یہ نئی دہلی میں نیشنل میوزیم میں دیکھے جاسکتے ہیں۔ ہندوستان کی ایک امتیازی خصوصیت یہ ہے کہ یہاں دنیا میں سونے کی سب سے گہری اور قدیم کانیں پائی جاتی ہیں جو کرناٹک کے مسکی علاقہ میں ہیں۔ کاربن ڈیٹنگ سے ان کا زمانہ پہلے ماقبل مسیح ہزارہ کا درمیانی حصہ طے ہوتا ہے۔

رگ وید کی مناجاتوں میں ہندوستان کے اندر آبی بہاؤ سے تشکیل شدہ تہ نشین سونے سے متعلق بالواسطہ حوالے ملتے ہیں۔ قدیم زمانے میں دریائے سندھ سونے کا ایک اہم ماخذ تھا۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ جدید ادوار میں بھی دریائے سندھ میں آبی بہاؤ سے تشکیل یافتہ سونے کے تہ نشین ذخائر کا پتہ چلا ہے۔ اگرچہ ویدک متون میں سونے کے تصفیہ کے بارے میں شہادت دستیاب ہے لیکن کوٹلیہ کی ارتھ شاستر میں کانوں اور معادن کے بشمول سونے، چاندی، تانبہ، سیسہ، ٹن اور لوہے کی کچ دھاتوں کے بارے میں موجود کیمیائی اعمال کی کافی تفصیل سے معلومات دستیاب ہے۔ ارتھ شاستر تیسری یا چوتھی صدی قبل مسیح کی تصنیف ہے۔ کوٹلیہ نے سونے کی ایک قسم کا تذکرہ کیا ہے جسے رس ودھا (Rasvidha) کہا جاتا تھا جس کا وقوع طبعی طور پر سونے کے محلول میں ہوتا ہے۔ کالی داس نے بھی ایسے محلولوں کا تذکرہ کیا ہے۔ حیرت کی بات یہ ہے کہ لوگ ان محلولوں کی کیوں کر شناخت کرتے تھے۔

دیسی سونے کے رنگ مختلف ہوتے تھے اور اس کا انحصار سونے میں موجود ملاوٹ کی نوعیت اور مقدار پر ہوتا تھا۔ یہ بھی ممکن ہے کہ مقامی یا دیسی سونے کے مختلف رنگ سونے کے تصفیہ (Refining) کے فروغ کا اہم سبب رہے ہوں۔

وادی گنگا کے مرکزی حصوں اور وندھیا کی پہاڑیوں میں حال ہی میں ہوئی کھدائی سے پتہ چلتا ہے کہ یہاں ممکنہ طور پر 1800 قبل مسیح میں بھی لوہا پیدا ہوتا تھا۔ ریاست اتر پردیش کے محکمہ آثار قدیمہ کے ذریعے حال ہی میں کی گئی کھدائی کے دوران لوہے کی بھٹیاں، دستی کاری گری سے بنی اشیا، دھونکنیاں یا پھنکیاں اور دھاتی میل کی برتیں پائی

گئی ہیں۔ ریڈیو کاربن ڈیٹنگ سے ان کا زمانہ 1800 قبل مسیح سے 100 عیسوی تک کا طے ہوتا ہے۔ کھدائی کے نتائج ظاہر کرتے ہیں کہ لوہے کو پگھلانے اور لوہے سے مختلف اشیا بنانے کا علم مشرقی وندھیا میں ایک جانی پہچانی بات تھی اور یہ کم از کم دوسرے قبل مسیح ہزارہ کی ابتدا سے ہی گنگا کے مرکزی میدانوں میں استعمال ہوتا تھا۔ لوہے سے بنی یادگاری اشیا کی مقدار اور اقسام اور ایسے ہی تکنیکی کامیابیوں کی سطح ظاہر کرتی ہے کہ لوہے سے اشیا بنانے کا کام اس سے بہت پہلے شروع ہو چکا تھا۔ اس بات کی بھی شہادت موجود ہے کہ ملک کے دیگر حصوں میں بھی لوہے کا ابتدا میں استعمال ہوتا تھا جس سے یہ ثابت ہوجاتا ہے کہ لوہے کے استعمال کے فروغ میں ہندوستان درحقیقت ایک آزاد مرکز کی حیثیت کا حامل تھا۔

لوہے کو پگھلانا اور اس کو استعمال کرنا خاص طور پر جنوبی ہندوستان کے عظیم حجری تمدنوں میں شروع ہو چکا تھا۔ معلوم یہ ہوتا ہے کہ کوٹے ہوئے لوہے سے چیزوں کی ڈھلائی کا کام ہندوستان میں پہلے عیسوی ہزارے میں ہی اپنی بلندیوں پر پہنچ گیا تھا۔ یونانی بیانات سے ہندوستان میں گلانے کے عمل سے فولاد کی مینوفیکچرنگ کا پتہ چلتا ہے۔ اس عمل میں لوہا، چارکول اور شیشہ کو گلا کر آمیزہ بنایا جاتا ، اس کو اس وقت تک گرم کیا جاتا جب تک کہ پگھل نہ جائے اور کاربن کو جذب نہ کر لے۔ اعلیٰ معیار کا اسٹیل بنانے میں ہندوستان ایک بڑے موجد کی حیثیت رکھتا ہے۔ ہندوستان فولاد کو ''مشرق کا حیرت انگیز میٹریل'' کہا جاتا ہے۔ کوئنٹس کرٹی اس (Quintus Curtius) جو ایک رومی مؤرخ ہے، بیان کرتا ہے کہ ٹکسلا کے پورس (326 ق م) نے سکندر اعظم کو جو تحفہ دیا تھا وہ تقریباً ڈھائی ٹن وٹز اسٹیل (Wootz Steel) تھا۔ وٹز اسٹیل اصلاً لوہا ہوتا ہے جس میں کاربن کا تناسب بہت زیادہ (1.0-1.9%) ہوتا ہے۔ Wootz دراصل اُکّو (Ukku) کی انگریزی شکل ہے جس کا استعمال کرناٹک اور آندھرا پردیش میں اسٹیل کے لیے کیا جاتا ہے۔ ادبی تحریروں سے پتہ چلتا ہے کہ ہندوستانی ووٹز اسٹیل برصغیر کے جنوبی حصے سے یوروپ، چین اور عرب دنیا کو برآمد کیا جاتا تھا۔ یہ مشرق وسطی میں بہت اہمیت کا حامل تھا۔ وہاں اس کا نام دمشقی فولاد تھا۔ مائیکل فراڈے نے لوہے کو بشمول نفیس دھاتوں (Noble-metals) کے کچھ دیگر دھاتوں کے ساتھ ملا کر اس اسٹیل کی نقل بنانے کی بھی کوشش کی تھی لیکن کامیاب نہ ہوا۔

جب تارکول کا استعمال کر کے لوہے کی کچ دھات کو ٹھوس حالت میں تحویل کیا جاتا، تو لوہے کے مسام دار بلاک بن جاتے ہیں۔ اس بے تحویل شدہ لوہے کے بلاکوں کو اسپنجی (مسام دار) لوہے کے بلاک (Sponge Iron Blocks) بھی کہا جاتا ہے۔ اس میٹریل کو بھٹی میں گرم کر کے اور اس طرح مساموں کو دور کرنے کے بعد اس سے کوئی بھی چیز بنائی جا سکتی ہے۔ اس طرح جو لوہا حاصل ہوتا ہے اسے پیٹا ہوا لوہا (Wrought Iron) کہا جاتا ہے۔ قدیم ہندوستان میں تیار کردہ دنیا بھر میں مشہور لوہے کے ستون ایسے ہی پیٹے ہوئے لوہے کی حیرت انگیز مثال ہے۔ دہلی میں یہ ستون موجودہ حالت میں پانچویں صدی عیسوی میں نصب کیا گیا تھا۔ اس ستون پر کندہ سنسکرت کتبے سے معلوم ہوتا ہے کہ اس ستون کو گپت عہد میں کہیں اور سے لایا گیا تھا۔ لوہے کے علاوہ اس ستون کے پیٹے ہوئے لوہے میں موجود اجزا کا امتزاج ہے۔ 0.03%Cu، 0.005% Ni، 0.25%P، 0.05%Mn، 0.05% Si، 0.15% C اور 0.02%N۔ اس ستون کا سب سے اہم پہلو یہ ہے کہ اس میں فرسودگی کی کوئی علامت نہیں ہے جبکہ یہ تقریباً 1,600 سال سے بالکل کھلی فضا میں ہے۔

لوہے کے میل سے حاصل چارکول کی ریڈیو کاربن ڈیٹنگ سے میگھالیہ کی کھاسی پہاڑیوں میں مسلسل پگھلاؤ کی شہادت ملتی ہے۔ میل کی پرت جس سے 353 قبل مسیح سے 128 عیسوی تک کا زمانہ کا اظہار ہوتا ہے، بتاتی ہے کہ کھاسی پہاڑیوں کا علاقہ تمام شمال مشرقی ہندوستان میں لوہے کے پگھلاؤ کا سب سے قدیم علاقہ ہے۔ لوہے کی کچ دھات کی پچھلی کھدائی اور لوہے کی مینوفیکچرنگ کے باقیات آج بھی کھاسی پہاڑیوں میں نظر آجاتے ہیں۔ برطانوی ماہرین طبیعیات جنھوں نے انیسویں صدی کے اوائل میں میگھالیہ کا دورہ کیا تھا، بتاتے ہیں کہ کھاسی پہاڑیوں کے اوپری حصوں میں لوہے کی صنعت فروغ پا چکی تھی۔

راجستھان کے زوار میں چھٹی صدی یا پانچویں صدی قبل مسیح سے کانوں میں زنک کی پیداوار کے آثاری ثبوت ملتے ہیں۔ زنک کی تقطیر میں مہارت کے لیے ہندوستان کا پہلا نمبر ہے۔ چونکہ زنک کا نقطۂ ابال کم ہوتا ہے اس لیے جب کچ دھات پگھلتی ہے تو زنک میں ابخرات بننا (Vapourisation) شروع ہوجاتا ہے جب تقطیر کی ترقی یافتہ downward تکنیک کے ذریعہ ابخرات (Vapours) کو کسی نچلے کنٹینر (Container) میں کثیف کرلیا جاتا ہے تو اس وقت خالص زنک حاصل ہوتا ہے، اس تکنیک کا استعمال پارے کے لیے بھی کیا جاتا ہے۔ ہندوستانی ماہرین فلزیات اس تکنیک کے ماہر ہیں۔ یہ بات چودھویں صدی کے سنسکرت متون میں بیان کی گئی ہے۔

ہندوستانیوں کو پارے کا علم تھا۔ ہندوستانی اس کو ادویاتی مقاصد کے لیے استعمال کرتے تھے۔ کان کنی اور فلزیات کی ترقی برطانوی نوآبادیاتی دور میں انحطاط پذیر ہوگئی۔ انیسویں صدی کے آتے آتے راجستھان کی آباد کانیں غیر آباد ہوگئیں اور تقریباً معدوم سی ہوگئیں۔ 1947 میں جب ہندوستان آزاد ہوا تو اس وقت سائنس سے متعلق یوروپی لٹریچر آہستہ آہستہ اس ملک میں آنے لگا۔ اس طرح آزادی کے بعد کے زمانے میں ہندوستان کی حکومت نے سائنس اور ٹیکنالوجی کے مختلف انسٹی ٹیوٹ قائم کرکے قوم کی ترقی کے عمل کو شروع کردیا۔ اگلے ابواب میں عناصر کے استخراج کے جدید طریقوں کے بارے میں سیکھیں گے۔

6.1 دھاتوں کا وقوع (Occurrence of Metals)

کاربن سلفر، نوبل گیسیں اور سونا جیسے کچھ عناصر قشرارض میں آزاد حالت میں پائے جاتے ہیں جبکہ دیگر عناصر متحد حالت میں پائے جاتے ہیں۔ مختلف عناصر مختلف مقدار میں پائے جاتے ہیں۔ سبھی دھاتوں میں ایلیومینم سب سے زیادہ مقدار میں پائی جانے والی دھات ہے۔ یہ قشرارض میں سب سے زیادہ پایا جانے والا تیسرا عنصر ہے (وزن کے اعتبار سے تقریباً 8.3 %)۔ یہ کئی آتشی معدنیات (جن میں ابرق اور چکنی مٹی بھی شامل ہے) کا اہم ترین جزو ہے۔ کئی جواہرات (Gem stone Al_2O_3 کی غیر خالص شکل ہے اور Cr (روبی میں) سے Co (سیفائر میں) تک ملاوٹیں موجود ہوتی ہیں۔ یہ متعدد مرکبات کی تشکیل کرتا ہے جن کے مختلف استعمال کی وجہ سے یہ بہت اہم عنصر ہے۔ یہ حیاتیاتی نظاموں کے لازمی عناصر میں سے ایک ہے۔

کسی مخصوص دھات کو حاصل کرنے کے لیے سب سے پہلے ہم ان معدنیات کو تلاش کرتے ہیں جو کہ قشرارض میں قدرتی طور پر پائے جانے والی کیمیائی اشیا ہیں اور کان کنی کے ذریعہ حاصل کی جاسکتی ہیں۔ متعدد معدنیات (جن میں دھات موجود ہوسکتی ہے) میں سے صرف چند معدنیات ہی ایسی ہیں جو کہ Viable ہیں اور اس دھات کے ماخذ کے طور پر استعمال کی جاسکتی ہیں۔ ایسی معدنیات کچ دھاتیں (Ores) کہلاتی ہیں۔

ایلیومنیم، لوہا، تانبہ اور زنک کی اہم کچ دھاتیں جدول 6.1 میں دی گئی ہیں۔

جدول 6.1 کچھ اہم دھاتوں کی کچ دھاتیں

دھات	کچ دھات	ترکیب
ایلیومنیم	باکسائٹ	$AlO_x(OH)_{3-2x}$ [where $0 < x < 1$]
	کیلونائٹ (مٹی کی ایک قسم)	$[Al_2(OH)_4Si_2O_5]$
آئرن	ہیمیٹائٹ	Fe_2O_3
	میگنیٹائٹ	Fe_3O_4
	سیڈرائٹ	$FeCO_3$
	آئرن پائرائیٹ	FeS_2
کاپر	کاپر پائرائٹ	$CuFeS_2$
	میلیکائٹ	$CuCO_3.Cu(OH)_2$
	کوپرائٹ	Cu_2O
	کاپر گلانس	Cu_2S
زنک	زنک بلینڈ یا اسفیلیرائٹ	ZnS
	کیلیمائن	$ZnCO_3$
	زنک سائٹ	ZnO

متحدہ شکل سے عنصر شے استخراج اور علیحدگی میں کئی کیمیائی اصول ملوث ہیں۔ ایک مخصوص عنصر کئی مرکبات کی شکل میں موجود ہوسکتا ہے اور مرکبات سے عناصر کی علیحدگی کا عمل ایسا ہونا چاہیے کہ یہ کیمیائی اعتبار سے آسان اور صنعتی اعتبار سے نمو پذیر (Viable) ہو۔

استخراج کے مقصد سے ایلیومنیم کے لیے باکسائٹ کا انتخاب کیا جاتا ہے۔ لوہے کے استخراج کے لیے عام طور سے ان آکسائڈ کی کچ دھاتوں کو لیا جاتا ہے جو کہ وافر مقدار میں ہیں اور آلودگی پھیلانے والی گیسوں (جیسے SO_2 جو کہ آئرن پائرائٹ کے معاملہ میں خارج ہوتی ہے) کو خارج نہیں کرتیں۔ تانبہ اور زنک کے لیے جدول 6.1 میں درج شدہ کسی بھی کچ دھات کا اس کی دستیابی اور متعلقہ فیکٹر کی بنیاد پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اتفاق سے ہی کوئی کچ دھات ایسی ہوتی ہے جس میں صرف مطلوبہ شے ہی موجود ہو۔ عام طور سے یہ کچ دھاتیں غیر مطلوب مادوں اور مٹی پر مشتمل ہوتی ہیں یہ غیر مطلوبہ مادے گینگ (Gangue) کہلاتے ہیں۔ کچ دھاتوں سے دھاتوں کے استخراج اور علیحدگی میں مندرجہ ذیل اہم اقدامات بروئے کار لائے جاتے ہیں۔

- کچ دھات کا ارتکاز
- مرتکز کچ دھات سے دھات کی علیحدگی، اور
- دھات کی تخلیص

کسی دھات کو اس کی کچ دھاتوں سے علیحدہ کرنے کے لیے بروئے کار لائے جانے والا مکمل سائنس اور تکنیکی عمل فلز کاری (Metallurgy) کہلاتا ہے۔ ان اصولوں میں داری حرکیات اور برق کیمیائی پہلو شامل ہیں جو ارتکازی کچ دھات کو دھات میں تحویل کے موثر طریقے ہیں۔

6.2 کچ دھاتوں کا ارتکاز (Concentration of Ores)

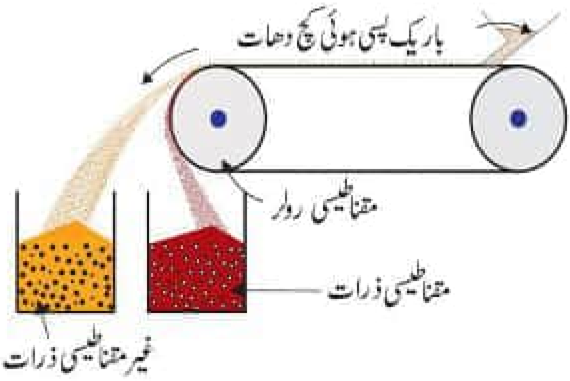
کچ دھات سے غیر ضروری مادوں (مثلاً ریت، چکنی مٹی وغیرہ) کو علیحدہ کرنا ارتکاز (Concentration) کہلاتا ہے۔ کچ دھات کے ارتکاز میں کئی اقدامات شامل ہیں اور ان اقدامات کا انتخاب کچ دھات میں موجود دھات کے مرکبات اور گینگ کی طبیعی خصوصیات میں فرق کی بنیاد پر کیا جاتا ہے۔ دھات کی قسم، سہولیات کی دستیابی اور ماحولیاتی عوامل بھی خاطر ملحوظ رہتے ہیں۔ کچ دھات کے ارتکاز کے کچھ اہم طریقے ذیل میں بیان کیے جا رہے ہیں۔

6.2.1 ہائڈرولک واشنگ (Hydraulic Washing)

یہ طریقہ گینگ کے ذرات اور کچ دھات کی ثقل کے درمیان نوعی فرق پر مبنی ہے۔ اس طرح یہ ایک ثقلی علیحدگی کا ایک طریقہ ہے۔ اس قسم کے عمل میں پاوڈر کچ دھات کو اوپر کی جانب پانی کی تیز دھار سے دھویا جاتا ہے۔ ہلکے گینگ کے ذرات بہہ جاتے ہیں اور بھاری کچ دھات پیچھے رہ جاتی ہے۔

6.2.2 مقناطیسی علیحدگی (Magnetic Separation)

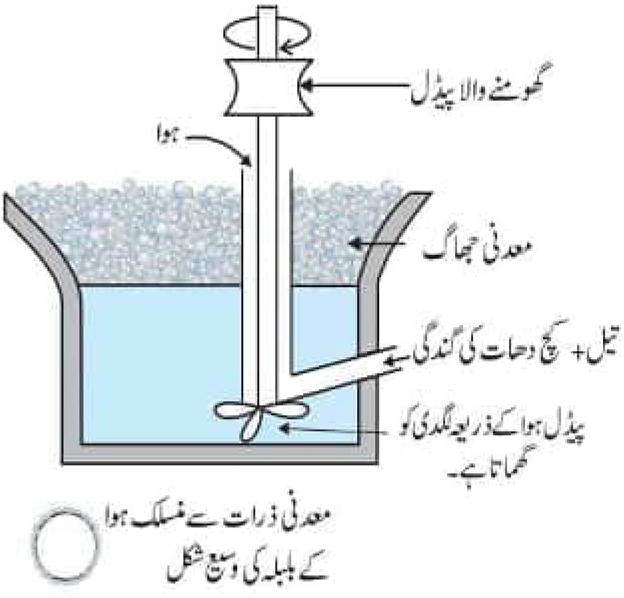
یہ طریقہ کچ دھاتی اجزا کی مقناطیسی خصوصیات میں فرق پر مبنی ہے۔ اگر کچ دھات یا گینگ (ان دونوں میں سے کوئی بھی) مقناطیسی میدان کے تئیں کشش کی صلاحیت رکھتا ہے تب اس قسم کی علیحدگی بروئے کار لائی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر لوہے کی کچ دھات مقناطیس کی سمت کشش رکھتی ہے لہٰذا غیر مقناطیسی ملاوٹوں کو مقناطیسی علیحدگی کا طریقہ استعمال کرتے ہوئے علیحدہ کیا جاتا ہے۔ مثلاً لوہے کی کچ دھات کو پاوڈر کی شکل میں مقناطیسی رولر کے اوپر سے گزرنے والی کنوئیر بیلٹ پر ڈالا جاتا ہے (شکل 6.1)۔ مقناطیسی مادہ بیلٹ کی طرف کھنچتا ہے اور بیلٹ کے قریب ہی جمع ہو جاتا ہے۔



شکل **6.1**: مقناطیسی علیحدگی

6.2.3 فراتھ فلوٹیشن (جھاگ تیرانے) کا طریقہ (Froth Floatation Method)

یہ طریقہ سلفائڈ کچ دھاتوں سے گینگ کو علیحدہ کرنے میں استعمال کیا جا رہا ہے۔ اس طریقے سے پاوڈر کچ دھات کو پانی میں معلق کیا جاتا ہے۔ اس میں کلکٹر اور فراتھ اسٹیبلائزر شامل کیے جاتے ہیں۔ کلکٹر (جیسے چیڑ کا تیل، فیٹی ایسڈ، زینتھیٹس وغیرہ) معدنی ذرات کے نہ بھیگنے کی صلاحیت میں اضافہ کرتے ہیں اور فراتھ اسٹیبلائزر (مثلاً کریسول اور اینیلین) فراتھ کو اسٹیبلائز کرتے ہیں۔



شکل 6.2: فراتھ فلوٹیشن کا طریقہ

معدنی ذرات تیل سے بھیگ جاتے ہیں جبکہ گینگ کے ذرات پانی سے بھیگ جاتے ہیں۔ ایک گردش پیڈل آمیزہ کو گھماتا ہے جو اس میں ہوا پھونکتا ہے۔ اس کے نتیجے میں جھاگ (Froth) بنتے ہیں جو کہ معدنی ذرات کو اوپر کی طرف لے جاتے ہیں۔ جھاگ ہلکے ہوتے ہیں اور ہٹا لیے جاتے ہیں۔ اس کے بعد اسے سکھایا جاتا ہے۔

بعض اوقات دو سلفائڈ کچ دھاتوں کو پانی اور تیل کے تناسب کو Adjust کر کے یا مسکّن (Depressants) کا استعمال کر کے علیحدہ کرنا ممکن ہے۔ مثال کے طور پر ZnS اور PbS پر مشتمل کچ دھات کے معاملے میں NaCN کو بطور مسکّن استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ZnS کو جھاگوں کے ساتھ آنے سے روکتا ہے لیکن PbS کو جھاگوں کے ساتھ آنے دیتا ہے۔

اختراعی دھوبن

کوئی بھی شخص کمال کر سکتا ہے اگر وہ سائنسی مزاج کا حامل ہے اور مشاہدات پر غور وخوض کرتا ہے۔ ایک دھوبن بھی اختراعی ذہن کی مالکن تھی۔ کان کنی کا کام کرنے والے افراد کے کپڑے دھونے کے دوران اس نے دیکھا کہ ریت اور اسی طرح کی دوسری گندگی کپڑے دھونے کے بعد ٹب میں نیچے بیٹھ جاتی ہیں۔ اس میں خاص بات کیا تھی، کاپر کے مرکبات جو کہ کانوں سے کپڑوں پر لگ جاتے تھے وہ صابن کے جھاگوں کے ساتھ چپک کر بالائی سطح پر آجاتے تھے۔ محترمہ کیری ایورسن جو کہ ایک کیمسٹ تھیں وہ بھی اس کے گاہکوں میں شامل تھیں۔ دھوبن نے اپنے تجربہ کو محترمہ ایورسن کے سامنے بیان کیا۔ محترمہ ایورسن نے سوچا کہ اس تجربہ کا استعمال بڑے پیمانے پر چٹانی اور زمینی مادوں سے تانبہ کے مرکبات کو علیحدہ کرنے کے لیے کیا جاسکتا ہے۔ اس طرح سے ایک کھوج کا جنم ہوا۔ اس زمانے میں کاپر کے اخراج کے لیے صرف وہی کچ دھاتیں استعمال میں لائی جاتی تھیں جن میں دھات کی مقدار بہت زیادہ ہوتی تھی۔ فراتھ فلوٹیشن کے طریقہ کی ایجاد نے کم درجہ کی کچھ دھاتوں سے بھی تانبہ کی کان کنی کو مفید بنا دیا۔ تانبہ کی عالمی پیداوار میں اضافہ ہو گیا اور دھات سستی ہو گئی۔

6.2.4 لیچنگ (تقطیر) (Leaching)

تقطیر یا نتھارنے کا عمل اس وقت بروئے کار لایا جاتا ہے جب کچ دھات کسی مناسب محلل میں حل پذیر ہو۔ مندرجہ ذیل مثالوں سے اس عمل کی وضاحت ہو جاتی ہے۔

(a) باکسائٹ سے ایلیومینا کی لیچنگ (Leaching of alumina from bauxite)

باکسائٹ ایلیومینیم کی اہم کچ دھات ہے، اس میں SiO_2 آئرن آکسائڈ اور ٹائیٹینیم آکسائڈ (TiO_2) کی ملاوٹیں موجود ہوتی ہیں۔ ارتکاز کا عمل 35 – 36 bar دباؤ اور 473 – 523 K درجۂ حرارت پر مرتکز

$NaOH$ محلول کے ساتھ پاوڈر کچ دھات کو گرم کرکے انجام دیا جاتا ہے۔ اس عمل کو انہضام (digestion) کہا جاتا ہے۔ اس طریقے میں Al_2O_3 کو سوڈیم ایلومنیٹ کی شکل میں نکالا جاتا ہے اور ملاوٹ SiO_2 بھی حل ہوجاتی ہے اور سوڈیم سلیکیٹ بناتی ہے اور باقی ملاوٹیں پیچھے رہ جاتی ہیں۔

(6.1) $$Al_2O_3(s) + 2NaOH(aq) + 3H_2O(l) \rightarrow 2Na[Al(OH)_4](aq)$$

محلول میں موجود سوڈیم ایلومنیٹ کو CO_2 گزار کر تعدیل کیا جاتا ہے اور آبی Al_2O_3 کی ترسیب کی جاتی ہے۔ اس اسٹیج پر بہت کم مقدار میں تازہ بنائے گئے آبی Al_2O_3 کے سیمپل کو ملایا جاتا ہے اس عمل کو سیڈنگ (Seeding) کہتے ہیں، جس سے ترسیب کی امالیت ہوتی ہے۔

(6.2) $$2Na[Al(OH)_4](aq) + CO_2(g) \rightarrow Al_2O_3.xH_2O(s) + 2NaHCO_3(aq)$$

سوڈیم سلیکیٹ محلول میں ہی رہتا ہے اور آبی ایلومینا کو چھان لیا جاتا ہے، سکھایا جاتا ہے اور گرم کیا جاتا ہے جس سے خالص Al_2O_3 حاصل ہوتا ہے۔

(6.3) $$Al_2O_3.xH_2O(s) \xrightarrow{1470\,K} Al_2O_3(s) + xH_2O(g)$$

(b) دیگر مثالیں (Other examples)

سونے اور چاندی کی فلزکاری میں متعلقہ دھاتوں کی لیچنگ ہوا (O_2 کے لیے) کی موجودگی میں $NaCN$ یا KCN کے ڈائی لیوٹ محلول سے کی جاتی ہے جس سے دھات کو بدل کے ذریعہ بعد میں حاصل کیا جاتا ہے۔

(6.4) $$4M(s) + 8CN^-(aq) + 2H_2O(aq) + O_2(g) \rightarrow 4[M(CN)_2]^-(aq) + 4OH^-(aq)$$

(M = Ag یا Au)

(6.5) $$2[M(CN)_2]^-(aq) + Zn(s) \rightarrow [Zn(CN)_4]^{2-}(aq) + 2M(s)$$

متن پر مبنی سوالات

6.1 جدول 6.1 میں درج شدہ کون سی کچ دھاتوں کو مقناطیسی علیحدگی کے طریقے سے مرتکز کیا جاسکتا ہے؟

6.2 ایلومینیم کے استخراج میں لیچنگ کی کیا اہمیت ہے؟

6.3 مرتکز کچ دھات سے خام دھات کا استخراج (Extraction of Crude Metal from Concentrated Ore)

مرتکز کچ دھات سے دھات کو نکالنے کے لیے کچ دھات کو قابل تحویل شکل میں تبدیل کرنا ضروری ہوتا ہے۔ عام طور سے سلفائڈ کچ دھات کو تحویل سے پہلے آکسائڈ میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ آکسائڈوں کی تحویل زیادہ آسان ہوتی ہے اس طرح مرتکز کچ دھات سے دھاتوں کی علیحدگی کے دو اہم مراحل ہیں یعنی

(a) آکسائڈ میں تبدیلی اور

(b) آکسائڈ کی دھات میں تحویل

(a) آکسائڈ میں تبدیلی (Conversion to oxide)

(i) تکلیس (Calcination): تکلیس میں کچ دھات کو گرم کیا جاتا ہے جس سے طیران پذیر مادہ خارج ہوتا

ہے اور دھاتی آکسائڈ باقی رہ جاتا ہے۔

(6.6) $$Fe_2O_3.xH_2O(s) \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_3(s) + xH_2O(g)$$

(6.7) $$ZnCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} ZnO(s) + CO_2(g)$$

(6.8) $$CaCO_3.MgCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + MgO(s) + 2CO_2(g)$$

(ii) روسٹنگ (Roasting): کچ دھات کو بھٹی میں دھات کے نقطۂ گداخت سے کم درجۂ حرارت پر ہوا کی مسلسل سپلائی میں گرم کیا جاتا ہے سلفائڈ کچ دھات سے متعلق کچھ تعاملات ذیل میں دیے گئے ہیں۔

(6.9) $$2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2$$

(6.10) $$2PbS + 3O_2 \rightarrow 2PbO + 2SO_2$$

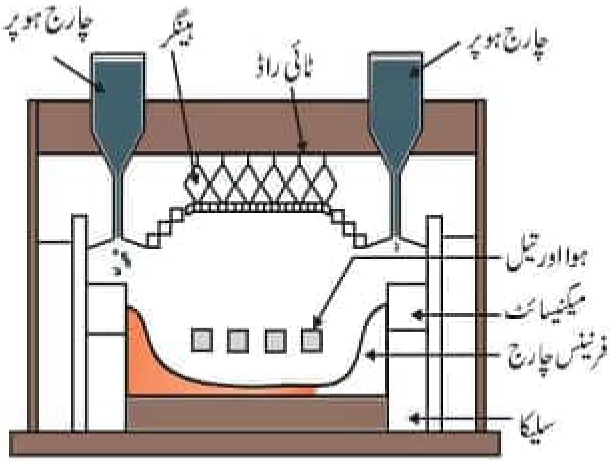
(6.11) $$2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$$

کاپر کی سلفائڈ کچ دھات کو ریور بیریلٹری بھٹی (Reverberatry furnace) میں گرم یا جاتا ہے شکل 6.3۔ اگر کچ دھات آئرن پر مشتمل ہے تو گرم کرنے سے پہلے اس میں سلیکا کی آمیزش کی جاتی ہے۔ آئرن آکسائڈ، آئرن سلیکیٹ کے میل (Slag)* کی شکل میں علیحدہ ہو جاتا ہے۔ تانبہ کاپر میٹ (Copper matte) کی شکل میں پیدا ہوتا ہے جس میں Cu_2S اور FeS موجود ہوتا ہے۔

$$FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3 \quad (6.12)$$

(سلیگ)

SO_2 کا استعمال H_2SO_4 بنانے میں کر لیا جاتا ہے۔



شکل 6.3: جدید ریوربیریٹری بھٹی کا سیکشن

(b) آکسائڈوں کی دھات میں تحویل (Reduction of oxide to the metal)

دھاتی آکسائڈوں کی تحلیل میں انہیں کچھ دیگر اشیا کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے۔ یہ اشیا تحویلی ایجنٹ (C یا CO یا دیگر دھاتیں) کے طور پر کام کرتی ہیں۔ تحویلی ایجنٹ (مثلاً کاربن) دھاتی آکسائڈ کی آکسیجن کے ساتھ متحد ہو جاتے ہیں۔

(6.13) $$M_xO_y + yC \rightarrow xM + y\ CO$$

کچھ دھاتی آکسائڈ بآسانی تحویل ہو جاتے ہیں جبکہ کچھ آکسائڈوں کی تحویل بہت مشکل سے ہوتی ہے (تحویل کا مطلب ہے دھات کے آئن میں الیکٹرانوں کا بڑھنا)۔ ہر ایک تحویل میں گرم کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

حرحرکیات کے کچھ بنیادی اصول فلزاتی تبدیلیوں (Metallurgical transformation) کے نظریہ کو سمجھنے میں ہماری مدد کرتے ہیں۔ اس صورت میں گبس توانائی سب سے اہم اصطلاح ہے۔ حراری تحویل (Thermal

* فلز کاری کے دوران 'فلکس' گینگ کے ساتھ مل کر سلیگ (Slag) بناتا ھے

6.4 فلزکاری کے حرحرکیاتی اصول (Thermodynamic Principles of Metallurgy)

reduction) کے لیے مطلوب درجۂ حرارت کے تغیر کو سمجھنے کے لیے اور اس بات کی پیشین گوئی کرنے کے لیے کہ کون سا عنصر ایک دیے ہوئے دھاتی آکسائڈ (M_xO_y) کے لیے بطور تحویلی ایجنٹ مناسب رہے گا، گبس توانائی کی تشریح کی جاتی ہے۔ حرارتی تحویل کی ممکنات کا معیار یہ ہے کہ کسی دیے گئے درجۂ حرارت پر تعامل کی گبس توانائی منفی ہو۔

ایک مخصوص درجۂ حرارت پر کسی بھی عمل کے لیے گبس توانائی میں تبدیلی ΔG مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ بیان کی جاتی ہے۔

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \qquad (6.14)$$

جہاں ΔH، اینتھالپی کی تبدیلی ہے اور ΔS عمل میں اینٹراپی تبدیلی ہے۔

1۔ جب مساوات 6.14 میں ΔG منفی ہے تو صرف اسی صورت میں تعامل آگے بڑھے گا۔ ΔG درج ذیل حالات میں ہی منفی ہوگا اگر ΔS مثبت ہے، درجۂ حرارت (T) میں اضافہ ہونے پر TΔS کی قدر میں اضافہ ہوگا اس طرح کہ ΔH < TΔS اور تب ΔG درجہ حرارت بڑھانے پر منفی ہو جائے گا۔

2۔ اگر دو تعاملات کی جفتگی کے نتیجے میں پورے تعامل میں ΔG کی قدر منفی ہے تو اختتامی تعامل ممکن ہوگا۔ آکسائڈوں کی تشکیل کے لیے اس طرح کی جفتگی گبس توانائی (ΔG) اور T گراف سے بآسانی سمجھی جاسکتی ہے (شکل 6.4)۔ گبس توانائی کے گرافی اظہار کا استعمال سب سے پہلے H.J.T. Ellingham) کے ذریعہ کیا گیا۔ یہ آکسائڈوں کی تحویل میں تحویلی ایجنٹ کے انتخاب میں ٹھوس بنیاد فراہم کرتا ہے۔ اسے ایلنگھم ڈائیگرام کے نام سے جانا جاتا ہے۔ یہ ڈائیگرام ایک کچ دھات کی حرارتی تحویل کے امکان کے بارے میں پیشین گوئی کرنے میں مدد کرتا ہے۔

جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ تحویل کے دوران، دھاتی آکسائڈ تحلیل ہو جاتا ہے اور تحویلی ایجنٹ آکسیجن کو ہٹا دیتا ہے۔ تحویلی ایجنٹ کا رول یہ ہے کہ یہ ΔG کی منفی قدر فراہم کرتا ہے اور اتنا زیادہ ہے کہ دو تعاملات کے ΔG کا حاصل جمع یعنی تحویلی ایجنٹ کی تکسید اور دھاتی آکسائڈ کی تحویل منفی کر دیتا ہے۔

$$M_xO(s) \rightarrow xM\,(\text{ٹھوس یا رقیق}) + \frac{1}{2}O_2(g) \quad [\Delta_rG^{\circ}_{(M_xO,M)}] \qquad (6.15)$$

اگر تحویل کاربن کے ذریعہ ہوتی ہے تو تحویلی ایجنٹ کی تکسید (یعنی C) وہاں ہوگا۔

$$C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad [\Delta G^{V}_{(C,CO)}] \qquad (6.16)$$

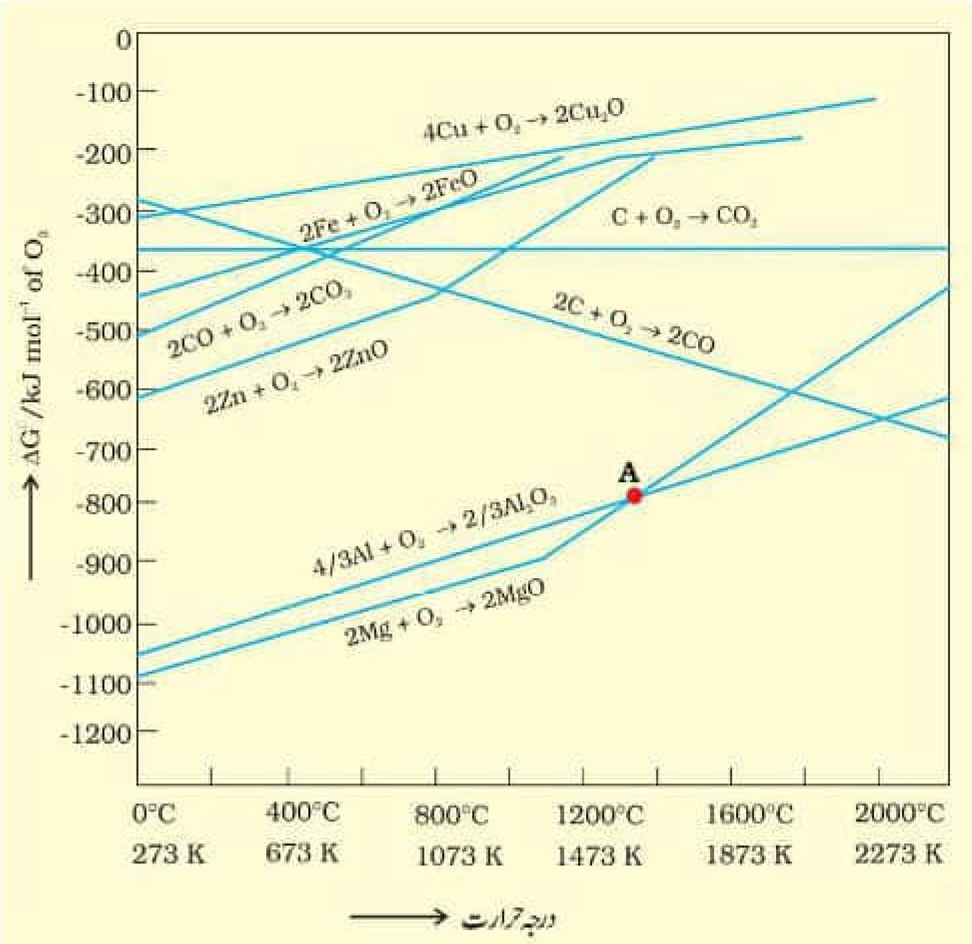
اگر کاربن لیا جاتا ہے تو عنصر کاربن کی CO_2 میں مکمل تکسید بھی ہوسکتی ہے۔

$$\frac{1}{2}C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow \frac{1}{2}CO_2(g) \qquad [\frac{1}{2}\Delta G_{(c,CO_2)}] \qquad (6.17)$$

تعاملات 6.15 اور 6.16 کو جوڑنے پر ہمیں حاصل ہوگا

$$M_xO(s) + C(s) \rightarrow xM(s\ or\ l) + CO(g) \qquad (6.18)$$

تعامل 6.15 اور 6.17 کو ملانے پر ہمیں ملتا ہے



شکل 6.4: گبس توانائی (DVG) اور T کے درمیان گراف (Schematic) جو کہ آکسائڈوں کی تشکیل کو ظاہر کرتا ہے (النگھم ڈائی گرام)

$$M_xO(s) + \frac{1}{2}C(g) \rightarrow xM(s \text{ or } l) + \frac{1}{2}CO_2(g) \qquad (6.19)$$

اسی طرح کاربن مونو آکسائڈ ایک تحویلی ایجنٹ ہے۔تعامل 6.15 اور درج ذیل تعامل 6.20 کو جوڑنا لازمی ہے۔

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad [\Delta G_{(CO,\, CO_2)}] \qquad (6.20)$$

مکمل تعامل اس طرح ہوگا

$$M_xO(s) + CO(g) \rightarrow xM(s \text{ or } l) + CO_2(g) \qquad (6.21)$$

النگھم ڈائیگرام (Ellingham Diagram)

(a) عناصر کے آکسائڈوں کی تشکیل کے لیے النگھم ڈائیگرام عام طور سے $\Delta_rG^\ominus$ اور T کے مابین گراف پر مشتمل ہوتا ہے۔یعنی مندرجہ ذیل تعامل کے لیے۔

$$2xM(s) + O_2(g) \rightarrow 2M_xO(s)$$

اس تعامل میں آکسائڈ کے بننے میں گیس استعمال ہو رہی ہے اس وجہ سے سالماتی بے ترتیبی جس کی وجہ سے ΔS کی مقدار منفی

ہوجاتی ہے جو مساوات 6.14 میں دوسرے رکن کی علامت کو تبدیل کر دیتی ہے اور وہ مثبت ہوجاتی ہے اس وجہ سے سالماتی بے ترتیبی گھٹتی ہے۔ نتیجتاً درجۂ حرارت میں اضافہ ہونے کے باوجود بھی ΔG اونچائی کی طرف شفٹ ہوتا ہے۔ اس کے نتیجے میں $M_xO(s)$ کی تشکیل کے لیے اوپر دکھائے گئے زیادہ تر تعاملات کے منحنی کا سلوپ مثبت (+) ہوتا ہے۔

(b) پلاٹ مستقیم خط کی شکل میں حاصل ہوتا ہے سوائے اس وقت کے جب فیز میں کچھ تبدیلی آتی ہے (ٹھوس ← رقیق یا رقیق ← گیس)۔ جس درجۂ حرارت پر تبدیلی واقع ہوتی ہے تو اسے سلوپ میں مثبت سمت کی طرف اضافہ کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔ مثلاً Z_n, Z_nO کے پلاٹ میں منحنی میں بے ربط تبدیلی پگھلاؤ کو ظاہر کرتی ہے شکل (6.4)۔

(c) جب درجۂ حرارت بڑھایا جاتا ہے، منحنی میں ایک مقام آتا ہے جب $\Delta_rG^0=O$ لائن کو پار کرلیتا ہے۔ اس درجۂ حرارت سے نیچے آکسائڈ بننے کے لیے Δ_rG^0 منفی ہوجاتا ہے لہٰذا M_xO مستقل ہوتا ہے۔ اس درجۂ حرارت کے اوپر آکسائڈ کی آزاد توانائی مثبت ہوتی ہے۔ آکسائڈ M_xO خود بخود تحلیل ہوجاتا ہے۔

(d) اس قسم کے ڈائیگرام سلفائڈ اور ہیلائڈ کے لئے بھی بنائے جاتے ہیں اور یہ واضح ہوجاتا ہے کہ M_xS کی تحویل کیوں مشکل ہے۔

النگھم ڈائی گرام کی حدود (Limitations of Ellingham Diagram)

1۔ گراف محض یہ ظاہر کرتا ہے کہ کوئی تعامل ممکن ہے یا نہیں یعنی تحویل ایجنٹ کے ساتھ تحویل کا رجحان ظاہر کرتا ہے۔ ایسا اس لیے ہے کہ یہ صرف حرحرکیاتی تصور پر مبنی ہے۔ یہ تحویلی عملوں کی حرکیات (Kinetics) کے بارے میں کچھ وضاحت نہیں کرتا کہ کتنی تیزی سے ہوگی؟ حالانکہ یہ اس بات کی تشریح کرتا ہے کہ جب ہر ایک اسپشیز ٹھوس حالت میں ہوتی ہیں اور جب کچھ دھات پگھلتی ہے تب تیزی سے کس طرح ہوتی ہے۔ یہاں یہ نوٹ کرنا دلچسپ ہے کہ کسی بھی کیمیائی تعامل کے لیے ΔH (اینتھالپی میں تبدیلی) اور ΔS (اینٹراپی میں تبدیلی) کی قدر درجۂ حرارت میں تبدیلی کے ساتھ تقریباً مستقل رہتا ہے۔ لہٰذا مساوات (6.14) میں صرف مغلوب متغیر T بن جاتا ہے۔ تاہم، ΔS مرکب کی طبیعی حالت پر زیادہ منحصر ہوتا ہے۔ کیونکہ اینٹراپی نظام کی بے ترتیبی پر منحصر ہوتی ہے، اس لیے اگر مرکب پگھلتا ہے (ٹھوس ← رقیق) یا تبخیر ہوتا ہے (رقیق ← گیس) تو اس میں اضافہ ہوگا کیونکہ ٹھوس سے رقیق یا رقیق سے گیس فیز میں تبدیلی ہونے پر سالماتی بے قاعدگی میں اضافہ ہوتا ہے۔

2۔ $\Delta_rG^\ominus$ کی تشریح K $(\Delta_rG^\ominus = -RT\ lnK)$ پر مبنی ہے۔ لہٰذا یہ مانا جاتا ہے کہ متعامل اور ماحصلات توازن میں ہیں۔

$$M_xO + A_{red} \rightleftharpoons xM + A_{red}O$$

یہ ہمیشہ سچ نہیں ہوتا کیونکہ متعامل/ماحصل ٹھوس ہوسکتے ہیں۔ تجارتی اعمال میں متعامل اور ماحصل بہت کم عرصے کے لیے ایک دوسرے کے تعلق میں ہوتے ہیں۔

یہ تعاملات 6.18 اور 6.21 دھاتی آکسائڈ کی حقیقی تحویل کو ظاہر کرتے ہیں۔ M_xO جس کو ہم حاصل کرنا چاہتے ہیں۔ عمومی طور پر ان تعاملات میں $\Delta_rG^\ominus$ کی قدر کو تقابلی آکسائڈ کی $\Delta_fG^\ominus$ قدروں کو کیا جاسکتا ہے۔ جیسا کہ ہم دیکھ چکے ہیں، گرم کرنے کا عمل (یعنی T میں اضافہ) Δ_rG کی منفی قدر کا مساعد ہے۔ لہٰذا درجۂ حرارت کا انتخاب اس طرح کیا جاتا ہے کہ دو متحدہ ریڈاکس عملوں میں Δ_rG کا حاصل جمع منفی ہو۔ $\Delta_rG^\ominus$ اور T کے مابین گراف (النگھم شکل 6.4) میں دو منحنیوں کے نقطۂ تقاطع کے ذریعہ دکھایا جاتا ہے۔ یعنی M_xO کا بننا اور تحویلی

شے آکسائڈ کا بننا اس نقطہ کے بعد متحدہ عملوں جن میں M_xO کی تحویل بھی شامل ہے $\Delta_rG^\ominus$ کی قدر زیادہ منفی ہو جاتی ہے۔ اس کے نقطہ کے بعد $\Delta_rG^\ominus$ کی قدروں میں فرق یہ متعین کرتا ہے کہ بالائی خط کی دھاتوں کے آکسائڈوں کی تحویل زیریں خط کے ذریعے ظاہر کیے گئے عناصر کے ذریعہ ممکن ہے یا نہیں۔ اگر فرق زیادہ ہے تو تحویل آسانی سے ہوگی۔

مثال 6.1 ایسی حالت تجویز کیجیے جس میں میگنیشیم ایلیومینا کی تحویل کر سکے۔

حل دو تعامل ہیں:

(a) $\frac{4}{3}Al + O_2 \rightarrow \frac{2}{3}Al_2O_3$ (b) $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$

Al_2O_3 اور MgO منحنیوں (ڈائیگرام 6.4 میں "A" سے ظاہر کیا گیا ہے) کے نقطہ تقاطع پر مندرجہ ذیل تعامل کے لیے ΔG صفر ہو جاتا ہے۔

$$\frac{2}{3}Al_2O_3 + 2Mg \rightarrow 2MgO + \frac{4}{3}Al$$

مثال 6.2 میگنیشیم دھات حالانکہ حرحرکیاتی اعتبار سے ممکن ہے لیکن عملی طور پر ایلیومنیم کی فلزکاری میں ایلیومینا کی تحویل کے لیے میگنیشیم دھات کا استعمال نہیں کیا جاتا۔ کیوں؟

حل Al_2O_3 اور MgO منحنیوں کے نقطہ تقاطع سے اوپر درجۂ حرارت پر میگنیشیم، ایلیومینا کی تحویل کر سکتا ہے۔ لیکن مطلوبہ درجۂ حرارت اتنا زیادہ ہوگا کہ پراسس کفایتی نہیں ہوگا اور تکنیکی اعتبار سے مشکل ہوگا۔

مثال 6.2 اگر دھات تحویل کے درجۂ حرارت پر رقیق حالت میں بنی ہے تو دھاتی آکسائڈ کی تحویل آسان ہے۔ کیوں؟

حل اگر دھات رقیق حالت میں ہے تو اینٹراپی ٹھوس حالت کے مقابلے زیادہ ہوتی ہے۔ عمل تحویل کے لیے اینٹراپی تبدیلی (ΔS) کی قدر مثبت سائڈ پر زیادہ ہوتی ہے جبکہ دھات رقیق حالت میں ہو اور دھاتی آکسائڈ جس کی تحویل ہو رہی ہو وہ ٹھوس حالت میں ہو۔ اس طرح $\Delta G^\ominus$ کی قدر منفی سائڈ پر زیادہ ہو جاتی ہے اور تحویل آسانی سے ہو جاتی ہے۔

6.4.1 استعمال (Applications)

(a) لوہے کا اس کے آکسائڈوں سے اخراج (Extraction of iron from its oxides)

لوہے کی آکسائڈ کچ دھاتوں (Fe_2O_3, Fe_3O_4) کو تکلیس / روسٹنگ کیا جاتا ہے۔ مرتکز کرنے کے بعد پانی کو علیحدہ کرنے کے لیے، کاربونیٹ کی تحلیل اور سلفائڈوں کی تکسید کے لیے، اس کے بعد اس میں چونے کا پتھر اور کوک ملا کر بلاسٹ بھٹی (Blast Furnace) میں اوپر سے ڈال دیا جاتا ہے۔ یہاں آکسائڈ کی دھات میں تحویل ہو جاتی ہے۔

بلاسٹ بھٹی میں، آئرن آکسائڈ کی تحویل مختلف درجۂ حرارت کی رینج میں ہوتی ہے بھٹی کی تلی سے گرم ہوا کا جھونکا دیا جاتا ہے جس سے کوک گرم ہو کر بھٹی کی تلی میں 2200 K درجۂ حرارت پیدا کرتا ہے۔ اس عمل کے لیے درکار زیادہ حرارت جلتے ہوئے کوک کے ذریعہ سپلائی کی جاتی ہے۔ CO اور حرارت بھٹی کے بالائی حصہ کی طرف پہنچتے ہیں۔

بالائی حصہ میں درجۂ حرارت کم ہو جاتا ہے اور اوپر کی طرف سے آرہے آئرن آکسائڈ (Fe_2O_3 اور Fe_3O_4) کی مرحلہ وار FeO میں تحویل ہو جاتی ہے۔

ان تعاملات کا خلاصہ ذیل میں دیا گیا ہے:

500 - 800 K (بلاسٹ بھٹی میں کم درجۂ حرارت کی رینج)

پر، Fe_2O_3 پہلے Fe_3O_4 میں تحویل ہوتا ہے اس کے بعد FeO_3 میں تحویل ہوجاتی ہے۔

(6.22) $$3\,Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2\,Fe_3O_4 + CO_2$$

(6.23) $$Fe_3O_4 + 4CO \rightarrow 3Fe + 4CO_2$$

(6.24) $$Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2FeO + CO_2$$

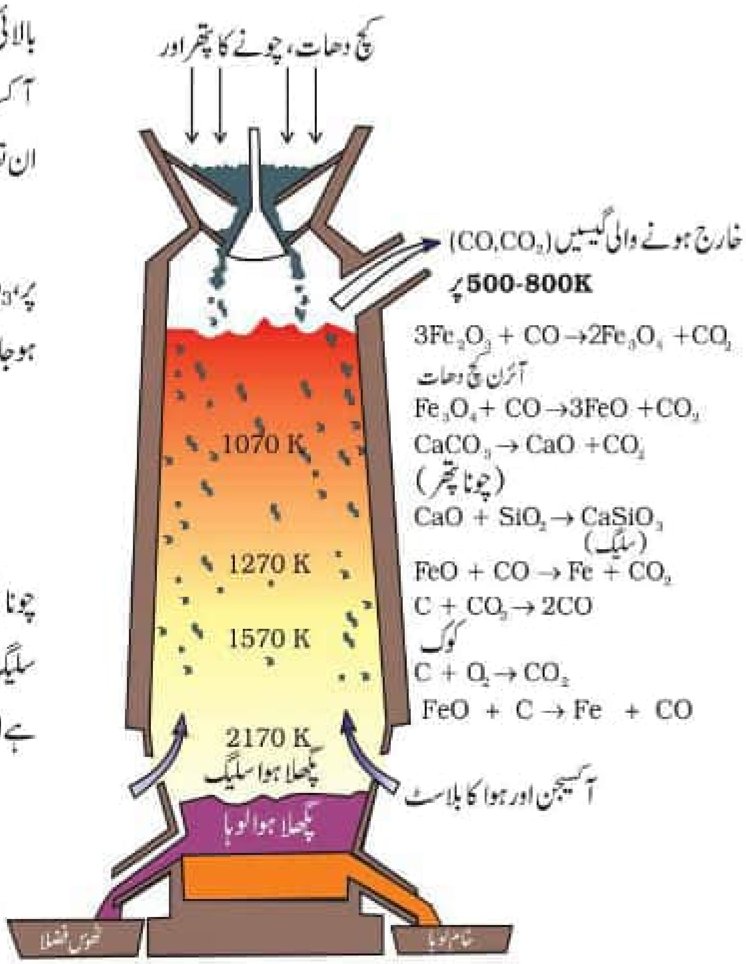
چونا پتھر بھی CaO میں تحلیل ہو جاتا ہے جو کہ کچ دھات کی سلیکیٹ ملاوٹوں کو سلیگ (Slag) کی شکل میں علیحدہ کردیتا ہے۔ سلیگ پگھلی ہوئی حالت میں ہوتا ہے اور آئرن سے علیحدہ ہو جاتا ہے۔

900-1500 K (بلاسٹ بھٹی میں زیادہ درجۂ حرارت کی رینج) پر

(6.25) $$C + CO_2 \rightarrow 2CO$$

(6.26) $$FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$$

حرحرکیات یہ سمجھنے میں ہماری مدد کرتی ہے کہ کوک آکسائڈ کی تحویل کس طرح کرتا ہے اور اس بھٹی کا انتخاب کیوں کیا جاتا ہے۔ اس عمل سے وابستہ ایک اہم تحویلی تعامل 6.27 ذیل میں دیا گیا ہے۔



شکل 6.5: بلاسٹ بھٹی

(6.27) $$FeO(s) + C(s) \rightarrow Fe(s/l) + CO\,(g)$$

اس تعامل کو دو سادہ تعاملات کے جوڑے کے طور پر دیکھا جاسکتا ہے جس میں تعامل مکمل ہوا ہے۔ ایک تعامل میں تو FeO کی تحویل ہوتی ہے اور دوسرے میں کاربن کی CO میں تکسید ہوتی ہے۔

(6.28) $$FeO(s) \rightarrow Fe(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \qquad [\Delta G_{(FeO,\,Fe)}]$$

(6.30) $$C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g) \qquad [\Delta G_{(C,\,CO)}]$$

جب دونوں تعامل ہوتے ہیں تو مساوات (6.27) حاصل ہوتی ہے اور نیٹ گبس توانائی تبدیلی مندرجہ ذیل ہوجاتی ہے۔

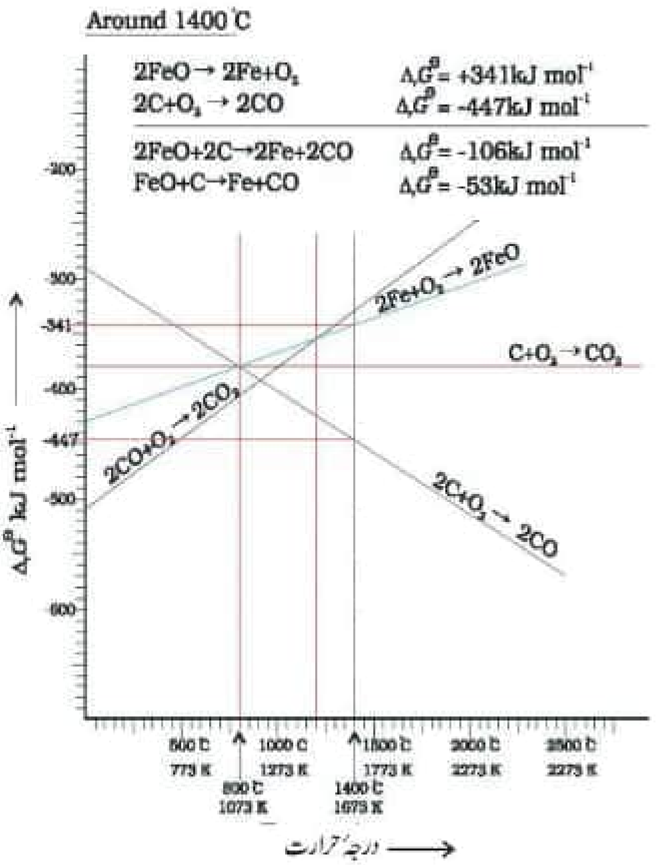
(6.30) $$\Delta_T G^{\ominus}_{(C,\,CO)} + \Delta_T G^{\ominus}_{(FeO,\,Fe)} = \Delta_r G^{\ominus}$$

فطری بات ہے کہ منتج تعامل (Resultant reaction) اسی وقت ہوگا جب مساوات 6.30 دائیں طرف منفی ہو۔ $\Delta G^{\ominus}$ اور T کے مابین گراف جو کہ تعامل 6.28 کو ظاہر کرتا ہے، گراف اوپر کی طرف جاتا ہے اور C → CO کی تبدیلی کو ظاہر کرنے والا گراف (C, CO) نیچے کی طرف جاتا ہے وہ ایک دوسرے کو 1073K پر کاٹتے

ہیں۔ 1073 K (تقریباً) سے زیادہ درجۂ حرارت پر C, CO لائن Fe, FeO لائن $[\Delta G_{(C,\ CO)} < \Delta G_{(Fe,\ FeO)}]$ کے نیچے آجاتی ہے۔ لہٰذا، اوپر درجۂ حرارت 900-1500K کی رینج میں کوک FeO کی تحویل کرتا ہے اور خود CO میں تکسید ہو جاتا ہے۔ آیئے ہم اسے شکل 6.5 کے ذریعہ سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں کہ 1673K (1400°C) پر تعامل $FeO \rightarrow Fe + O_2$ کے لیے $\Delta_T G$ کی قدر $+341 KJmol^{-1}$ ہوگی۔ اور تعامل $2C + O_2 \rightarrow 2CO$ کے لیے $\Delta_2 G$ $-44kJmol^{-1}$ ہوگی۔ اگر ہم پورے مکمل تعامل (6.27) کے لیے یہ قیمت -53KJ mol ہوگی۔ لہٰذا (6.27) ممکن ہو جائے گا۔ اسی طرح CO کے ذریعہ نسبتاً کم درجۂ حرارت پر Fe_3O_4 اور Fe_2O_3 کی تحویل کی وضاحت شکل میں CO, CO_2 منحنی اور ان کے منحنیوں کے نقطہ تقاطع سے نیچے رہنے کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔ (شکل 6.6)

بلاسٹ بھٹی سے حاصل ہونے والا لوہا 4% کاربن اور دیگر کئی ملاوٹوں (مثلاً S، P، Si، Mn) پر مشتمل ہوتا ہے جو کہ بہت کم مقدار میں ہوتی ہیں۔ اسے پگ آئرن **(Pig iron)** کہتے ہیں۔

اسے مختلف شکلوں میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ ڈھلواں لوہا **(Cast iron)**، پگ آئرن سے مختلف ہوتا ہے۔ اسے پگ آئرن کو پرانے لوہے اور کوک کے ساتھ گرم ہوا کے بلاسٹ سے پگھلا کر بنایا جاتا ہے۔ اس میں بہت کم مقدار میں کاربن ہوتا ہے (تقریباً 3%) اور یہ بہت زیادہ سخت اور پھوٹک (Brittle) ہوتا ہے۔



شکل 6.6: گیس توانائی بمقابلہ T پلاٹ کا آئرن کے آکسائڈ اور کاربن کی تشکیل کا گراف (النگھم شکل)

مزید تعاملات (Further Reductions)

پٹواں لوہا **(Wrought Iron)** صنعتی لوہے کی خالص ترین شکل ہے اور اسے ریوربیریٹری بھٹی جس میں ہیمیٹائٹ کا استر ہوتا ہے) لوہے میں موجود ملاوٹوں کی تکسید کے ذریعہ بنایا جاتا ہے۔ یہ ہیمیٹائٹ کاربن کی کاربن مونو آکسائڈ میں تکسید کر دیتا ہے۔

$$Fe_2O_3 + 3\,C \rightarrow 2\,Fe + 3\,CO \quad (6.31)$$

چونا پتھر فلکس کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ سلیکان اور فاسفورس کی تکسید ہو جاتی ہے اور یہ سلیگ کی شکل میں نکل جاتے ہیں۔ رولر کے ذریعہ سلیگ کو ہٹاتے ہوئے دھات کو علیحدہ کر لیا جاتا ہے۔

(b) کیوپرس آکسائڈ (Copper (I) oxide) سے کاپر کا استخراج

[Extraction of copper from cuprous oxide [copper(I) oxide]

آکسائڈوں کی تشکیل کے لیے $D_fG^\ominus$ vs T گراف (شکل 6.4) میں Cu_2O لائن تقریباً سب سے اوپر ہے۔ لہٰذا، کاپر کی کچ دھاتوں کو کوک (C, CO اور C, CO_2 دونوں لائنیں گراف میں خاص طور پر 500-600 K کے بعد بہت نیچے ہیں) کے ساتھ گرم کر کے سیدھے ہی دھات میں تحویل کیا جاسکتا ہے۔ حالانکہ زیادہ تر کچ دھاتیں

سلفائڈ کی شکل میں ہیں اور کچھ میں لوہا موجود ہوتا ہے۔ سلفائڈ کچ دھاتوں کی روسٹنگ / اسمیلٹنگ کی جاتی ہے اور آکسائڈوں میں تبدیل کیا جاتا ہے۔

(6.32) $$2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$$

اب کوک کا استعمال کرکے آکسائڈ کی دھاتیں کاپر میں آسانی سے تحویل کی جاسکتی ہیں۔

(6.33) $$Cu_2O + C \rightarrow 2\ Cu + CO$$

حقیقی عمل میں، کچ دھات میں سلیکا ملا کر اسے ریوربیریٹری بھٹی میں گرم کیا جاتا ہے۔ بھٹی میں، آئرن آکسائڈ، آئرن سلیکیٹ کی شکل میں سلیگ کے طور پر نکل جاتا ہے اور کاپر، کاپر میٹ **(Copper matte)** کی شکل میں حاصل ہوتا ہے۔ اس میں Cu_2S اور FeS موجود ہوتے ہیں۔

(3.34) $$FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3$$

(سلیگ)

کاپر میٹ کو سیلیکا استر والے کنورٹر میں چارج کیا جاتا ہے۔ باقی ماندہ FeS_2، FeO اور Cu_2S/Cu_2O کو دھاتی کاپر میں تبدیل کرنے کے لیے کچھ سیلیکا بھی ملائی جاتی ہے اور گرم ہوا کا جھونکا بھی دیا جاتا ہے۔ مندرجہ ذیل تعاملات واقع ہوتے ہیں۔

(6.35) $$2FeS + 3O_2 \rightarrow 2FeO + 2SO_2$$

(6.36) $$FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3$$

(6.37) $$2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$$

(6.38) $$2Cu_2O + Cu_2S \rightarrow 6Cu + SO_2$$

حاصل ہونے والے ٹھوس کاپر میں پھپھولے (Blister) نظر آتے ہیں جو کہ SO_2 کے خارج ہونے کی وجہ سے بنتے ہیں اور اسی لیے اسے پھپھولے دار تانبہ کہتے ہیں۔

(c) زنک آکسائڈ سے زنک کا استخراج (Extraction of zinc from zinc oxide)

زنک آکسائڈ کی تحویل کوک کا استعمال کرکے کی جاتی ہے۔ زنک کے معاملے میں درجۂ حرارت کاپر کے کیس کے مقابلے زیادہ ہوتا ہے۔ گرم کرنے کے مقصد سے آکسائڈ میں کوک اور چکنی مٹی (Clay) ملاکر Brickettes بنالیے جاتے ہیں۔

$$ZnO + C \xrightarrow{\text{coke, 673 K}} Zn + CO$$

دھات کو کشید کرکے اور تیزی سے ٹھنڈا کرکے حاصل کیا جاتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

6.3 تعامل

$$Cr_2O_3 + 2\ Al \rightarrow Al_2O_3 + 2\ Cr \qquad (\Delta G^\ominus = -421\ kJ)$$

حرحرکیاتی اعتبار سے ممکن ہے جیسا کہ گبس توانائی قدر ظاہر ہے۔ یہ کمرہ کے درجۂ حرارت پر کیوں ممکن نہیں ہے؟

6.4 کیا یہ سچ ہے کہ کچھ مخصوص حالات میں Mg، SiO_2 کی تحویل کرسکتا ہے اور Si، Mg کی تحویل کرسکتا ہے۔

6.5 فلز کاری کے برق کیمیائی اصول (Electrochemical Principles of Metallurgy)

ہم دیکھ چکے ہیں کہ فلز کاری پر حرحرکیاتی اصولوں کا اطلاق کس طرح ہوتا ہے۔ اسی طرح کے اصول محلول یا پگھلی ہوئی حالت میں دھاتی آینوں کی تحویل میں مؤثر ہیں۔ یہاں ان کی تحویل الیکٹرولسس یا کچھ تحویلی عنصر ملا کر کی جاتی ہے۔ پگھلے ہوئے دھاتی نمک کی تحویل کے لیے الیکٹرولسس کا عمل بروئے کار لایا جاتا ہے۔ اس قسم کے طریقے برق کیمیائی اصولوں پر مبنی ہوتے ہیں جنھیں مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ سمجھا جاسکتا ہے۔

$$\Delta G^{\ominus} = -nE^{\ominus}F \quad (6.40)$$

یہاں n الیکٹرانوں کی تعداد ہے اور $E^{\ominus}$ نظام میں بننے والے ریڈاکس کپل کا الیکٹروڈ مضمر ہے۔ زیادہ تعامل پذیر دھات کے لیے الیکٹروڈ مضمر کی قدر زیادہ منفی ہوتی ہے لہٰذا ان کی تحویل ایک مشکل امر ہے۔ اگر مساوات 6.42 میں دو $E^{\ominus}$ قدروں کا فرق مثبت $E^{\ominus}$ اور اس کے نتیجے میں منفی $\Delta G^{\ominus}$ کے نظیری ہے تو کم تعامل پذیر دھات محلول سے باہر آجائے گی اور زیادہ تعامل پذیر دھات محلول میں چلی جائے گی۔ مثلاً

$$Cu^{2+}(aq) + Fe(s) \rightarrow Cu(s) + Fe^{2+}(aq) \quad (6.41)$$

سادہ الیکٹرولسس میں، M^{n+} آین منفی الیکٹروڈ (کیتھوڈ) پر ڈسچارج ہوجاتے ہیں اور وہاں جمع ہوجاتے ہیں۔ حاصل ہونے والی دھات کی تعاملیت پر غور کرنے کے دوران احتیاط سے کام لیا جاتا ہے اور مناسب مادوں کو الیکٹروڈ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ کبھی کبھی پگھلی ہوئی کیت کو زیادہ ایصالی بنانے کے لیے فلکس کا استعمال کیا جاتا ہے۔

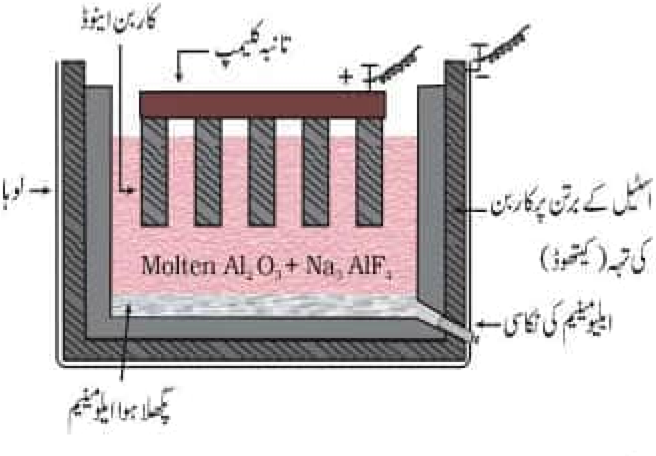
ایلیومینیم (Aluminium)

ایلیومنیم کی فلز کاری میں تخلیص شدہ Al_2O_3 کی Na_3AlF_6 یا CaF_2 کے ساتھ آمیزش کی جاتی ہے۔ Na_3AlF_6 یا CaF_2 آمیزہ کا نقطۂ گداخت کم کر دیتے ہیں اور اسے موصل بنا دیتے ہیں۔ پگھلے ہوئے میٹرکس کا الیکٹرولسس کیا جاتا ہے۔ اسٹیل کا برتن جس میں کاربن کی تہہ لگی ہوتی ہے کیتھوڈ کا کام کرتا ہے اور گریفائٹ کا اینوڈ استعمال کیا جاتا ہے۔ دھات میں تحویل کے لیے یہاں گریفائٹ اینوڈ کارگر ہے۔ کل تعامل مندرجہ ذیل ہے:

$$2Al_2O_3 + 3C \rightarrow 4Al + 3CO_2 \quad (6.42)$$

الیکٹرولسس کا یہ عمل عام طور سے Hall-Heroult پراسس کہلاتا ہے۔

پگھلی ہوئی شے کا الیکٹرولسس ایک الیکٹرولائٹک سیل میں کیا جاتا ہے جس میں کاربن الیکٹروڈوں کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اینوڈ پر خارج ہونے والی آکسیجن اینوڈ کے کاربن سے تعامل کر کے CO اور CO_2 بناتی ہے۔ اس طرح سے ہر ایک کلوگرام ایلیومنیم پیدا کرنے کے دوران 0.5 کلوگرام کاربن اینوڈ جل کر ختم ہوجاتی ہے۔ الیکٹرولائٹک تعاملات مندرجہ ذیل ہیں:



شکل 6.7: ایلیومینیم کے استخراج کے لیے الیکٹرولائٹک سیل

$$\text{کیتھوڈ:} \quad Al^{3+}(melt) + 3e^- \rightarrow Al(l) \quad (6.43)$$

$$\text{اینوڈ:} \quad C(s) + O^{2-}(melt) \rightarrow CO(g) + 2e^- \quad (6.44)$$

$$C(s) + 2O^{2-}(melt) \rightarrow CO_2(g) + 4e^- \quad (6.45)$$

نچلے درجہ کی کچ دھاتوں اور کباڑ سے کاپر کا استخراج (Copper from Low Grade Ores and Scraps)

نچلے درجہ کی کچ دھاتوں سے کاپر کو ہائڈرو فلزکاری کے ذریعہ حاصل کیا جاتا ہے۔ بیکٹر یا یا تیزاب کا استعمال کرکے اس کی لیچنگ کی جاتی ہے۔ Cu^{2+} پر مشتمل محلول کا بے کار لوہے یا H_2 سے تعامل کرایا جاتا ہے (مساوات 6.40؛6.46)۔

(6.46) $$Cu^{2+}(aq) + H_2(g) \rightarrow Cu(s) + 2H^{+}(aq)$$

مثال 6.4

کسی جگہ پر کمترین درجہ کی کاپر کچ دھات اور زنک نیز لوہے کا کباڑ دستیاب ہے۔ لیچنگ کی گئی کاپر کچ دھات کی تحویل کے لیے کون سے دو اسکریپ مناسب رہیں گے اور کیوں؟

حل

زنک کیونکہ برق کیمیائی سلسلہ میں لوہے سے اوپر ہے (زنک زیادہ تعامل پذیر دھات ہے) اس لیے اگر زنک اسکریپ کا استعمال کیا جاتا ہے تو تحویل کا عمل تیزی سے ہوگا۔ لیکن زنک، لوہے کے مقابلے مہنگا ہے اس لیے آئرن اسکریپ کے استعمال کی صلاح دی جاتی ہے اور یہ مفید رہے گا۔

6.6 تکسید تحویل (Oxidation Reduction)

تحویل کے علاوہ، استخراج کے کچھ عمل تکسید پر مبنی ہیں خاص طور سے غیر دھاتوں کے لیے۔ تکسید پر مبنی استخراج کی سب سے عام مثال ہے برائن (سمندر کے پانی میں نمک کی شکل میں کلورین وافر مقدار میں موجود ہے) سے کلورین کا استخراج۔

(6.47) $$2Cl^{-}(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 2OH^{-}(aq) + H_2(g) + Cl_2(g)$$

اس تعامل کے لئے $\Delta G^{\ominus}$ کی قدر +422 kJ ہے۔ جب اسے $E^{\ominus}$ میں تبدیل کیا جاتا ہے ($\Delta G^{\ominus} = -nE^{\ominus}F$ کا استعمال کرکے) تو ہمیں $E^{\ominus} = -2.2$ V حاصل ہوتا ہے۔ فطری بات ہے اس کے لیے 2.2 V سے زیادہ بیرونی emf درکار ہوگا۔ لیکن الیکٹرولسس کے لیے اضافی مضمر توانائی درکار ہوگی تا کہ کچھ دیگر مزاحمتی تعاملات پر قابو پایا جاسکے۔ اکائی 3 سیکشن 3.5.1 اس طرح Cl_2 کو الیکٹرولسس کے ذریعہ حاصل کیا جاتا ہے اس دوران H_2 اور آبی NaOH ضمنی ماحصلات کے طور پر حاصل ہوتے ہیں۔ پگھلے ہوئے NaCl کا بھی الیکٹرولسس کیا جاتا ہے۔ لیکن اس معاملے میں Na دھات حاصل ہوتی ہے NaOH نہیں۔

جیسا کہ پہلے مطالعہ کیا گیا ہے، گولڈ اور سلور کے استخراج میں دھات کی CN^{-} کے ساتھ لیچنگ کرائی جاتی ہے۔ یہ بھی ایک تکسیدی تعامل ہے $(Ag \rightarrow Ag^{+}$ or $Au \rightarrow Au^{+})$۔ دھات کو بعد میں ہٹاؤ کے طریقہ سے حاصل کرلیا جاتا ہے۔

(6.48) $$4Au(s) + 8CN^{-}(aq) + 2H_2O(aq) + O_2(g) \rightarrow 4[Au(CN)_2]^{-}(aq) + 4OH^{-}(aq)$$

(6.49) $$2[Au(CN)_2]^{-}(aq) + Zn(s) \rightarrow 2Au(s) + [Zn(CN)_4]^{2-}(aq)$$

اس تعامل میں زنک تحویلی ایجنٹ کے طور پر کام کرتا ہے۔

6.7 تخلیص (Refining)

دھات کا استخراج کسی بھی طریقہ سے کیا جائے پھر بھی اس میں تھوڑی بہت ملاوٹیں ضرور موجود ہوتی ہیں۔ بہت زیادہ خالص دھات حاصل کرنے کے لیے متعدد تکنیکیں استعمال میں لائی جاتی ہیں جو کہ دھات اور ملاوٹ کی خصوصیات

میں فرق پر مبنی ہوتی ہیں۔ ان میں سے کچھ تکنیکیں ذیل میں دی گئی ہیں۔

(a) کشید　　(b) اماعت

(c) برقی تخلیص　　(d) زون ریفائننگ

(e) بخارات ہئیت تخلیص (ویپر فیز ریفائننگ)　　(f) کرومیٹوگرافک طریقے

ان کی تفصیل ذیل میں پیش ہے:

(a) کشید (Distillation)

یہ طریقہ مرکری اور زنک جیسی کم نقطہ جوش والی دھاتوں کے لیے زیادہ مفید ہے۔ غیر خالص دھات کی تبخیر کرکے خالص دھات کو کشیدہ (distillate) کی شکل میں حاصل کیا جاتا ہے۔

(b) اماعت (Liquation)

اس طریقے سے ٹن جیسی کم نقطہ گداخت والی دھات کو ایک ڈھلواں سطح پر بہایا جاتا ہے۔ اس طرح سے یہ زیادہ نقطہ گداخت والی ملاوٹوں سے علیحدہ ہو جاتی ہے۔

(c) برقی تخلیص (Electrolytic refining)

اس طریقے سے غیر خالص دھات کو اینوڈ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ اسی دھات کی خالص شکل کا استعمال کیتھوڈ کے طور پر کیا جاتا ہے۔ انہیں ایک مناسب الیکٹرولائٹک باتھ میں رکھا جاتا ہے جس میں اس دھات کا نمک موجود ہوتا ہے۔ زیادہ اساسی دھات محلول میں ہی رہ جاتی ہے اور کم اساسی دھات اینوڈ مڈ (Anode mud) کی طرف چلی جاتی ہے۔ اس عمل کی تشریح الیکٹروڈ مضمر توانائی، زائد مضمر توانائی اور گبس توانائی کے تصور کا استعمال کرکے کی جا سکتی ہے جن پر آپ پچھلے سیکشنوں میں غور کر چکے ہیں۔ تعاملات اس طرح ہیں:

اینوڈ : $M \rightarrow M^{n+} + ne^-$

کیتھوڈ : $M^{n+} + ne^- \rightarrow M$　　(6.50)

کاپر کی تخلیص الیکٹرولائٹک عمل کے ذریعہ کی جاتی ہے۔ غیر خالص دھات کا استعمال بطور اینوڈ کیا جاتا ہے خالص دھات کی اسٹرپ کیتھوڈ کے طور پر استعمال میں لائی جاتی ہیں۔ الیکٹرولائٹ کاپر سلفیٹ کا تیزابی محلول ہوتا ہے اور الیکٹرولسس کا حتمی نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ کاپر خالص شکل میں اینوڈ سے کیتھوڈ پر منتقل ہو جاتا ہے۔

اینوڈ : $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

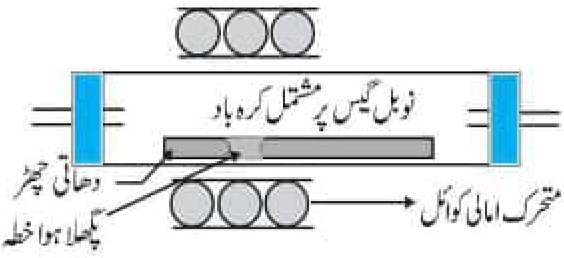
کیتھوڈ : $Cu^{n+} + 2e^- \rightarrow Cu$　　(6.51)

پھپھولے دار تانبہ میں موجود ملاوٹیں اینوڈ مڈ کی طرح جمع ہو جاتی ہیں جن میں اینٹی منی، سیلینیم، سلور، گولڈ اور پلیٹینم ہوتی ہیں۔ ان عناصر کے حصول سے تخلیص کا خرچ نکل آتا ہے۔

زنک کی تخلیص بھی اسی طریقے سے کی جاتی ہے۔

(d) زون ریفائننگ (Zone refining)

یہ طریقہ اس اصول پر مبنی ہے کہ ملاوٹیں دھات کی ٹھوس حالت کے مقابلے پگھلی ہوئی حالت میں زیادہ حل پذیر ہوتی ہیں۔ غیر خالص دھات کی چھڑ کے ایک سرے پر ایک موبائل ہیٹر نصب کر دیا جاتا ہے (شکل 6.8)۔ پگھلا ہوا زون ہیٹر کے ساتھ ساتھ حرکت کرتا ہے۔ جیسے جیسے ہیٹر آگے کی طرف بڑھتا ہے پگھلی ہوئی دھات



شکل 6.8: زون ریفائننگ

سے خالص دھات کرسٹلائز ہو جاتی ہے اور ملاوٹیں متصل پگھلے ہوئے زون میں چلی جاتی ہیں جو ہیٹر کی حرکت سے پیدا ہوئی ہے۔ اس عمل کو متعدد مرتبہ دوہرایا جاتا ہے اور ہیٹر کو بار بار ایک ہی سمت میں حرکت دی جاتی ہے۔ ملاوٹیں ایک سرے پر جمع ہو جاتی ہیں۔ اس سرے کو کاٹ کر علیحدہ کرلیا جاتا ہے۔ یہ طریقہ نیم موصل تیار کرنے اور جرمنیم، سلیکان، بوران، گیلیم اور انڈیم جیسی بہت زیادہ خالص دھاتوں کو حاصل کرنے کے لیے بہت مفید ہے۔

(e) ویپرفیز ریفائننگ (Vapour phase refining)

اس طریقے میں، دھات کو طیران پذیر مرکب میں تبدیل کیا جاتا ہے اور دوسری جگہ جمع کرلیا جاتا ہے۔ اس کے بعد اس کی تحلیل کرکے خالص دھات حاصل کی جاتی ہے۔ اس کے لیے درج ذیل کی ضرورت ہوتی ہے۔

(i) دھات میں کسی دستیاب ریجنٹ کے ساتھ مل کر طیران پذیر مرکب بنانے کی صلاحیت ہونی چاہیے۔

(ii) طیران پذیر مرکب ایسا ہونا چاہیے کہ بآسانی تحلیل ہو سکے۔ اس سے دھات کا حصول آسان ہو جاتا ہے۔

مندرجہ ذیل مثالوں سے اس تکنیک کی وضاحت ہو جاتی ہے:

نکل کی تخلیص کے لیے مانڈ پراسس (Mond Process for Refining Nickel): اس عمل میں نکل کو کاربن مونو آکسائڈ کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے جس سے طیران پذیر کمپلیکس یعنی نکل ٹیٹرا کاربونل حاصل ہوتا ہے۔ یہ کمپلیکس کو زیادہ درجۂ حرارت پر تحلیل ہوکر خالص دھات دیتا ہے۔

$$Ni + 4CO \xrightarrow{450-470 K} Ni(CO)_4 \quad (6.52)$$

$$Ni(CO)_4 \xrightarrow{330-350 K} Ni + 4CO \quad (6.53)$$

زرکونیم اور ٹائٹینیم کی تخلیص کے لیے وان آرکل کا طریقہ (van Arkel Method for Refining Zirconium or Titanium): Zr اور Ti جیسی دھاتوں میں ملاوٹوں کی شکل میں موجود تمام آکسیجن اور نائٹروجن کو علیحدہ کرنے کے لیے یہ طریقہ بہت مفید ہے۔ خام دھات کو آیوڈین پر مشتمل ایک ویکوم شدہ برتن میں گرم کیا جاتا ہے۔ دھاتی آیوڈائڈ بہت زیادہ شریک گرفت ہونے کی وجہ سے طیران پذیر ہو جاتا ہے۔

$$Zr + 2I_2 \rightarrow ZrI_4 \quad (6.54)$$

دھاتی آیوڈائڈ کو ٹنگسٹن فلامینٹ پر تحلیل کیا جاتا ہے جو کہ بجلی کے ذریعہ 1800 K پر گرم ہوتا ہے۔ اس طرح خالص دھات فلامینٹ پر جمع ہو جاتی ہے۔

$$ZrI_4 \rightarrow Zr + 2I_2 \quad (6.55)$$

(f) کرومیٹو گرافک طریقے (Chromatographic methods)

آپ گیارھویں جماعت کے اکائی 12 میں اشیا کی تزکیہ کی کرومیٹوگرافی تکنیک کے بارے میں معلومات حاصل کر چکے ہیں۔

یہ کالم کرومیٹوگرافی کی ایسے عناصر کی تخلیص کے لیے استعمال کیا جاتا ہے جو کہ بہت کم مقدار میں دستیاب ہیں تیز ملاوٹوں کی کیمیائی خصوصیات اور تخلیص کیے جانے والے عنصر کی کیمیائی خصوصیات میں زیادہ فرق نہیں ہے۔

6.8 ایلیومنیم، کاپر، زنک اور آئرن کے استعمال (Uses of Aluminium, Copper, Zinc and Iron)

ایلیومنیم کی پنیوں کا استعمال غذائی اشیا کے ریپر کے طور پر کیا جاتا ہے۔ دھات کے باریک پاؤڈر کا استعمال روغن اور رریزش Lacquers میں کیا جاتا ہے۔ بہت زیادہ تعامل پذیر ہونے کی وجہ سے ایلیومنیم کا استعمال کرومیم اور مینگنیز کو ان کے آکسائڈوں سے حاصل کرنے میں کیا جاتا ہے۔ ایلیومنیم کا استعمال کرومیم اور مینگنیز کو ان کے آکسائڈوں سے حاصل کرنے میں کیا جاتا ہے۔ ایلیومنیم کے تاروں کا استعمال بجلی کے موصل کے طور پر کیا جاتا ہے۔ ایلیومنیم پر مشتمل بھرتیں ہلکی ہونے کی وجہ سے کافی کارآمد ہوتی ہیں۔

تانبہ کا استعمال برقی صنعت میں کام آنے والے تار بنانے نیز پانی اور اسٹیم پائپ بنانے میں کیا جاتا ہے۔ اس کا استعمال کئی بھرتیں بنانے میں کیا جاتا ہے جو کہ خود دھات کے مقابلے کافی مضبوط ہوتی ہیں۔ مثلاً پیتل (زنک کے ساتھ)، کانسہ (ٹن کے ساتھ) اور سکہ بھرت (نکل کے ساتھ)۔

زنک کا استعمال لوہے کو جستانے (Galvanisation) میں کیا جاتا ہے۔ اسے بڑی مقدار میں کئی بھرتوں کے جزو ترکیبی کی شکل میں بیٹریوں میں بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ مثلاً پیتل (Cu 60%، Zn 40%) اور جرمن سلور (Cu 25-30 %، Zn 25 - 30%، Ni 40-50%)۔ زنک ڈسٹ کا استعمال رنگ اور روغن بنانے میں تحویلی ایجنٹ کے طور پر کیا جاتا ہے۔

ڈھلواں لوہا، جو کہ لوہے کی اہم ترین شکل ہے، اسٹوو، ریلوے سلیپر، گٹر پائپ، کھلونے وغیرہ بنانے میں استعمال کی جاتی ہے۔ اس کا استعمال پٹواں لوہا اور اسٹیل بنانے میں بھی کیا جاتا ہے۔ پٹواں لوہے کا استعمال لنگر، تار، بولٹ، زنجیریں اور زراعتی ساز و سامان بنانے میں کیا جاتا ہے۔ اسٹیل کے کئی استعمال ہیں۔ لوہے میں دیگر دھاتوں کی آمیزش کر کے اسٹیل حاصل کیا جاتا ہے۔ نکل اسٹیل کا استعمال کیبل، آٹوموبائل ہوائی جہاز کے حصے، پنڈولم، پیمائشی فیتے بنانے میں کیا جاتا ہے۔ کروم اسٹیل کا استعمال کٹائی کے اوزار اور کرشنگ مشینیں بنانے میں کیا جاتا ہے۔ اسٹین لیس اسٹیل کا استعمال سائکلیں، آٹوموبائل، برتن، پین وغیرہ بنانے میں کیا جاتا ہے۔

خلاصہ

اگرچہ جدید فلزکاری صنعتی انقلاب کے بعد بہت تیزی سے آگے بڑھی ہے، فلزکاری میں بہت سی جدید اصطلاحات (تصورات) کی جڑیں صنعتی انقلاب سے پہلے کے زمانے میں ہیں۔ تقریباً 7000 سال پہلے ہندوستان میں قدیم ہندوستان کے فلزکاروں کی اہم شراکت رہی ہے جسے فلزکاری کی عالمی تاریخ میں مقام ملنا چاہیے۔ زنک اور اعلیٰ کاربن اسٹیل کے معاملے میں قدیم ہندوستان نے جدید فلزکاری کی ترقی میں بنیاد فراہم کرنے میں اہم کردار ادا کیا ہے جس کی وجہ سے فلزکاری کے مطالعے کی شروعات ہوئی جو صنعتی انقلاب کا سبب بنی۔

دھاتیں کئی مقاصد کی تکمیل کے لیے ضروری ہیں۔ اس کے لیے ہمیں ان معدنیات سے ان کے استخراج کی ضرورت پیش آتی ہے جس میں یہ پائی جاتی ہیں اور جن سے ان کا استخراج تجارتی اعتبار سے آسان ہو۔ یہ معدنیات کچ دھاتیں کہلاتی ہیں۔ کچ دھاتوں میں کئی ملاوٹیں موجود ہوتی ہیں۔ ایک مخصوص حد تک ان ملاوٹوں کو ارتکاز کے مرحلہ میں دور کر دیا جاتا ہے۔ اس کے بعد مرتکز کچ دھات کو کیمیائی عملوں سے گزارا جاتا ہے جس کے نتیجے میں دھات حاصل ہوتی ہے۔ عام طور سے دھاتی مرکبات (آکسائڈ، سلفائڈ) کی دھات میں تحویل ہو جاتی ہے۔ کاربن، CO اور یہاں تک کہ کچھ دھاتیں بھی تحویلی ایجنٹ کے طور پر استعمال کی جاتی ہیں۔ تحویل کے عمل میں حرحرکیاتی اور برق کیمیائی تصوارت بروئے کار لائے جاتے ہیں۔ دھاتی آکسائڈ تحویلی ایجنٹ کے ساتھ تعامل کرتے ہیں؛ دھاتی آکسائڈ کی دھات میں تحویل ہو جاتی ہے اور تحویلی ایجنٹ کی تکسید ہو جاتی ہے۔ دونوں تعاملات میں نیٹ گبس توانائی کی تبدیلی منفی ہوتی ہے جو کہ درجۂ حرارت بڑھانے پر اور زیادہ منفی ہو جاتی ہے۔ ٹھوس سے رقیق یا گیس سے طبیعی حالت کی تبدیلی اور گیسی حالتوں کی تشکیل پورے نظام کے لیے گبس توانائی میں تخفیف کے لیے ذمہ دار ہے۔ مختلف درجۂ حرارت پر اس قسم کے تکسیدی/تحویلی تعاملات کے لیے اس تصور کو گراف کی شکل میں $\Delta G^\ominus$ vs T کے پلاٹ (ایلنگھم ڈائی گرام) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ الیکٹروڈ مضمر کا تصور ان دھاتوں کی علیحدگی کے لئے مفید ہے جہاں دو ریڈاکس جفتوں کا حاصل جمع مثبت ہوتا کہ گبس توانائی کی تبدیلی منفی ہو جائے۔ عام طریقوں سے حاصل کی گئی دھاتوں میں ابھی بھی معمولی ملاوٹیں موجود ہوتی ہیں۔ خالص دھات حاصل کرنے کے لیے تخلیص کا عمل درکار ہوتا ہے۔ تخلیص کا عمل ملاوٹوں اور دھات کی خصوصیات میں فرق پر منحصر ہوتا ہے۔ ایلیومینیم کا استخراج عام طور سے باکسائٹ کچ دھات کی NaOH سے لیچنگ کے ذریعہ عمل میں لایا جاتا ہے۔ اس طرح جو سوڈیم ایلیومنیٹ حاصل ہوتا ہے اس کی تعدیلی کے نتیجے میں ہائڈریٹڈ آکسائڈ حاصل ہوتا ہے جس میں فلکس کے طور پر کرایولائٹ ملا کر الیکٹرولائز کیا جاتا ہے۔ لوہے کا استخراج اس کی آکسائڈ کچ دھات کی بلاسٹ بھٹی میں تحویل کے ذریعہ کیا جاتا ہے۔ تانبہ کا استخراج ریوربیریٹری بھٹی میں اسمیلٹنگ اور گرم کرکے کیا جاتا ہے۔ زنک آکسائڈ سے زنک کا استخراج کوک کا استعمال کرکے کیا جاتا ہے۔ دھات کی تخلیص کے لیے کئی عمل بروئے کار لائے جاتے ہیں۔ دھاتوں کا عام طور سے استعمال بڑے پیمانے پر کیا جاتا ہے اور مختلف صنعتوں کی ترقی میں ان کا اہم تعاون ہے۔

کچھ دھاتوں کے وقوع اور استخراج کا خلاصہ مندرجہ ذیل جدول میں پیش کیا گیا ہے

دھات	وقوع	استخراج کے عام طریقے	ریمارک
ایلیومینیم	1۔ باکسائڈ $Al_2O_3 . x H_2O$ 2۔ کرایولائٹ Na_3AlF_6	پگھلے ہوئے Na_3AlF_6 میں حل شدہ Al_2O_3 کا الیکٹرولسس	استخراج کے لیے بجلی کا ایک اچھا ماخذ درکار ہوتا ہے۔
آئرن	1۔ ہیمیٹائٹ Fe_2O_3 2۔ میگنیٹائٹ Fe_3O_4	CO اور کوک کے ساتھ بلاسٹ بھٹی میں آکسائڈ کی تحویل	2170 K درجۂ حرارت درکار ہوتا ہے۔

تانبہ	1- کاپر پائرائٹ $CuFeS_2$ 2- کاپر گلانس Cu_2S 3- میلیکائٹ $CuCO_3.Cu(OH)_2$ 4- کیوپرائٹ Cu_2O	سلفائڈ کی جزوی روسٹنگ اور تحویل	ایک مخصوص ڈیزائن کے کنورٹر میں یہ از خود تحویل ہوتا ہے۔ تحویل کا عمل آسانی سے ہوتا ہے۔ کم درجہ کی کچ دھاتوں کی فلزکاری میں سلفیورک ایسڈ لیچنگ کا بھی استعمال کیا جاتا ہے۔
جستہ	1- زنک بلینڈ یا اسفلیرائٹ ZnS 2- کیلیمائن $ZnCO_3$ 3- زنسائٹ ZnO	روسٹنگ اور اس کے بعد کوک کے ساتھ تحویل	دھات کی کسری کشید کے ذریعہ تخلیص کا جا سکتی ہے۔

مشقیں

6.1 کاپر کا استخراج ہائڈرو فلزکاری کے ذریعہ کیا جا سکتا ہے لیکن زنک کا نہیں تشریح کیجیے۔

6.2 فراتھ فلوٹیشن کے طریقے میں مسکن (Depressant) کا کیا رول ہے؟

6.3 تحویل کے ذریعہ آکسائڈ کچ دھات کے مقابلے پائرائٹ کچ دھات سے کاپر کا استخراج ایک مشکل کام کیوں ہے؟

6.4 تشریح کیجیے: (i) زون ریفائننگ (ii) کالم کروميٹوگرافی

6.5 673 K پر C اور CO میں سے کون بہتر تحویلی ایجنٹ ہے؟

6.6 کاپر کی الیکٹرولائٹک تخلیص میں اینوڈ مڈ میں موجود عام عناصر کے نام بتائیے۔ یہ کیوں موجود ہوتے ہیں؟

6.7 لوہے کے استخراج کے دوران بلاسٹ بھٹی کے مختلف خطوں میں ہونے والے تعاملات لکھیے۔

6.8 زنک بلینڈ سے زنک کے استخراج میں ملوث کیمیائی تعاملات لکھیے۔

6.9 کاپر کی فلزکاری میں سلیکا کا رول بیان کیجیے۔

6.10 اگر کوئی شے کم تر مقدار میں حاصل ہو تو تخلیص کی کون سی تکنیک زیادہ کارگر ہوگی؟

6.11 اگر کسی شے میں موجود ملاوٹوں کے عناصر شے سے ملتے جلتے ہوں تو آپ تخلیص کے لیے کون سا طریقہ تجویز کریں گے؟

6.12 نکل کی ریفائننگ کا طریقہ بیان کیجیے۔

6.13 سلیکا پر مشتمل باکسائٹ کچ دھات میں آپ ایلیومینا سے سلیکا کو کس طرح علیحدہ کر سکتے ہیں؟ مساوات لکھیے اگر کوئی ہے۔

6.14 مثالیں دیتے ہوئے روسٹنگ اور تکلیس، کے درمیان فرق واضح کیجیے۔

6.15 ڈھلواں لوہا (Cast iron) پگ آئرن (Pig iron) سے کس طرح مختلف ہے؟

6.16 معدنیات اور 'کچ دھات' کے درمیان فرق کیجیے۔

6.17 سلیکا کے استر والے کنورٹر میں سلیکا میٹ کیوں رکھا جاتا ہے؟

6.18 ایلیومینیم کی فلزکاری میں کرایولائٹ کیا رول ہے؟

6.19 کم درجہ کی کاپر کچ دھاتوں کے معاملے میں لیچنگ کس طرح کی جاتی ہے؟

6.20 CO کا استعمال کر کے تحویل کے ذریعہ زنک آکسائڈ سے زنک کا استخراج کیوں نہیں کیا جاتا؟

6.21 Cr_2O_3 کی تشکیل کے لیے $\Delta_f G^\ominus$ کی قدر $-540\ kJ\ mol^{-1}$ ہے اور Al_2O_3 کے لیے $-827\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔ کیا Al کے ساتھ Cr_2O_3 کی تحویل ممکن ہے؟

6.22 ZnO کے لیے C اور CO میں کون بہتر تحویلی ایجنٹ ہے؟

6.23 کسی مخصوص معاملے میں تحویلی ایجنٹ کا انتخاب حرحرکیاتی فیکٹر پر منحصر ہوتا ہے۔ آپ اس بیان سے کہاں تک متفق ہیں؟ اپنی رائے کی حمایت میں دو مثالیں پیش کیجیے۔

6.24 اس عمل کا نام بتائیے جس کے ذریعہ کلورین کو ضمنی ماحصل کے طور پر حاصل کیا جاتا ہے۔ اگر NaCl کے آبی محلول کا الیکٹرولسس کرایا جائے تو کیا ہوگا؟

6.25 ایلیومنیم کی برق فلز کاری میں گریفائٹ کا کیا رول ہے؟

6.26 مندرجہ ذیل طریقوں سے دھاتوں کی تخلیص کے اصولوں کو بیان کیجیے:

(i) زون ریفائننگ

(ii) الیکٹرولائٹک ریفائننگ

(iii) ویپر فیز ریفائننگ

6.27 ان حالات کا بیان کیجیے جن کے تحت MgO کی تحویل Al کے ذریعہ ممکن ہے۔

[اشارہ: متن پر مبنی سوال 6.4 ملاحظہ کیجیے]

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات

6.1 وہ دھاتیں جن میں کوئی ایک جزو (چاہے وہ ملاوٹ ہو یا خود وہ کچ دھات ہو) مقناطیسی ہے مرتکز کی جاسکتی ہیں مثلاً لوہے پر مشتمل کچ دھاتیں (ہیمیٹائٹ، میگنیٹائٹ، سڈیریٹ اور آئرن پائرائٹ)۔

6.2 لیچنگ ایک اہم عمل ہے کیونکہ یہ باکسائٹ کچ دھات سے SiO_2، Fe_2O_3 جیسی ملاوٹوں کو علیحدہ کرنے میں معاون ہے۔

6.3 ایکٹیویشن انرجی کی ایک مخصوص مقدار ان تعاملات کے لیے بھی ضروری ہے جو حرحرکیاتی اعتبار سے ممکن ہیں۔ لہٰذا گرم کرنے کا عمل درکار ہے۔

6.4 جی ہاں، 1350°C سے نیچے Mg، Al_2O_3 کی تحویل کرسکتا ہے اور 1350°C سے اوپر Al، MgO کی تحویل کرسکتا ہے۔ یہ $\Delta G^\ominus$ vs T پلاٹ سے اخذ کیا جاسکتا ہے (شکل 6.4)۔

یونٹ

7

p بلاک عناصر (The p-Block Elements)

کیمسٹری میں تنوع p بلاک عناصر کی s-، d اور f- بلاک عناصر نیز خود اپنے بلاک کے عناصر کے ساتھ تعامل کرنے کی صلاحیت کا ثبوت ہے۔

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- گروپ 15، 16، 17 اور 18 کے عناصر کی کیمیا میں عمومی رجحانات کا بیان کر سکیں۔
- ڈائی نائٹروجن اور فاسفورس کی تیاری، خصوصیات اور استعمال کے ساتھ ساتھ ان کے کچھ اہم مرکبات کے بارے میں بھی سیکھ سکیں۔
- ڈائی آکسیجن اور اوزون کی تیاری خصوصیات اور کچھ عام آکسائڈوں کی کیمسٹری کا بیان کر سکیں۔
- سلفر کے بہروپ اس کے اہم مرکبات کی کیمسٹری نیز اس کے آکسوایسڈوں کی ساخت کے بارے میں جان سکیں۔
- کلورین اور کلورک ہائڈرو، ایسڈ کی تیاری خصوصیات اور استعمال کا بیان کر سکیں۔
- انٹرہیلوجن کی کیمیا اور ہیلوجن کے آکسی ایسڈوں کی ساخت کے بارے میں جان سکیں۔
- نوبل گیسوں کے استعمال کو شمار کر سکیں۔
- ہماری روز مرہ کی زندگی میں ان عناصر اور ان کے مرکبات کی اہمیت کا بیان کر سکیں۔

گیارہویں جماعت میں آپ پڑھ چکے ہیں کہ p بلاک عناصر کو دوری جدول کے 13 تا 18 گروپ میں رکھا گیا ہے۔ ان کا ویلنس شیل الیکٹرانی تشکل ns^2np^{1-6} ہے (He کو چھوڑ کر جس کا الیکٹرانی تشکل $1s^2$ ہے)۔ p بلاک عناصر کی خصوصیات دیگر عناصر کی طرح ایٹمی سائز، آیونائزیشن اینتھالپی، الیکٹران گین اینتھالپی اور برقی منفیت (Electronegativity) سے بہت زیادہ متاثر ہوتی ہیں۔ دوسرے پیریڈ میں d الیکٹرانوں کی عدم موجودگی اور بھاری عناصر (تیسرے پیریڈ سے شروع ہو کر آگے تک d اور f آربٹل کی موجودگی عناصر کی خصوصیات پر بامعنی اثر ڈالتی ہے۔ اس کے ساتھ ساتھ دھات، دھات نما اور غیر دھات تینوں قسم کے سبھی عناصر کی موجودگی ان عناصر کی کیمسٹری میں تنوع کا سبب ہے۔

گیارہویں جماعت میں دوری جدول کے p بلاک کے گروپ 13 اور 14 کے عناصر کی کیمسٹری کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس اکائی میں اس کے بعد کے گروپوں کے عناصر کی کیمسٹری کا مطالعہ کریں گے۔

7.1 گروپ 15 کے عناصر (Group 15 Elements)

گروپ 15 میں نائٹروجن، فاسفورس، آرسینک، اینٹی منی بسمتھ اور موسکوویم کو شامل کیا گیا ہے جیسے جیسے ہم گروپ میں نیچے جاتے ہیں غیر دھاتی خصوصیات، دھات نما (Metalloid) خصوصیات سے ہوتے ہوئے دھاتی خصوصیات کی طرف شفٹ ہو جاتی ہیں نائٹروجن اور فاسفورس غیر دھاتیں ہیں، آرسینک اور اینٹی نی دھات نما ہیں جبکہ بسمتھ اور موسکوویم ایک دھات ہے۔

7.1.1 وقوع (Occurrence)

کرہ بادہ کا 78% حجم سالماتی نائٹروجن پر مشتمل ہے۔قشرارض میں یہ سوڈیم نائٹریٹ $NaNO_3$ (جسے چلی سالٹ پیٹر کہتے ہیں) اور پوٹاشیم نائٹریٹ (انڈین سالٹ پیٹر) کی شکل میں پایا جاتا ہے۔ یہ پودوں اور جانوروں میں پروٹین کی شکل میں پایا جاتا ہے۔ فاسفورس اپیٹائٹ فیملی $Ca_9(PO_4)_6.CaX_2$ (X=F,CI,یا OH) کی معدنیات میں پایا جاتا ہے۔ (مثلاً فلوایپٹائٹ $Ca_9(PO_4)_6.CaF_2$) جو کہ فاسفیٹ چٹانوں کے اہم اجزا ہیں۔ فلسفورس حیوانی اور نباتاتی مادہ کا لازمی جزو ہے۔ یہ ہڈیوں اور جاندار خلیوں میں موجود ہوتا ہے۔ فاسفوپروٹین دودھ اور انڈوں میں پایا جاتا ہے۔آرسینک اینٹی منی اور بسمتھ خاص طور سے سلفائڈ معدنیات کی شکل میں پائے جاتے ہیں۔ موسکوویم ایک مصنوعی تابکار عنصر ہے۔

موسکوویم کی علامت Mc ہے۔اس کا ایٹمی عدد 115 -ایٹمی کیت 289 اور الیکٹرانی تشکل $[Rn]sf^{14}$،$6a^{10}$،55^{2}،$7P^{3}$ ہے۔اس کی نصف زندگی بہت کم ہوتی ہے اور حصول بہت کم مقدار میں ہوتا ہے۔اس

جدول 7.1 گروپ 15 کے عناصر کی ایٹمی اور طبیعی خصوصیات

Bi	Sb	As	P	N	خصوصیت
83	51	33	15	7	ایٹمی عدد
208.98	121.75	74.92	30.97	14.01	ایٹمی کیت/گرام فی مول
$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2 6p^3$	$[Kr]4d^{10}5s^2 5p^3$	$[Ar]3d^{10}4s^2 4p^3$	$[Ne]3s^2 3p^3$	$[He]2s^2 2p^3$	الیکٹرانی تشکل
703	834	947	1012	1402	آیونائزیشن انتھالپی I
1610	1595	1798	1903	2856	II $(\Delta_iH/(kJ\ mol^{-1})$
2466	2443	2736	2910	4577	III
1.9	1.9	2.0	2.1	3.0	برقی منفیت
148	141	121	110	70	شریک گرفت نصف قطر pm^a
103^c	76^c	222^b	212^b	171^b	آئنی نصف قطر/pm
544	904	1089^e	317^d	63^*	نقطۂ گداخت/K
1837	1860	888^f	554^d	77.2^*	نقطۂ جوش/K
9.808	6.697	5.778^h	1.823	0.879^g	کثافت/ $[g\ cm^{-3}(298\ K)]$

[a] E^{III} واحد بانڈ (عنصر=E)؛ [b] E^{3-}؛ [c] E^{3+}؛ [d] سفید فاسفورس؛ [e] 38.6 atm پر سلیٹی شکل α؛ [f] تصعیدی درجۂ حرارت؛ [g] 63K پر؛ [h] سلیٹی شکل؛ * سالماتی N_2

کی کیمسٹری کو قائم کرنا باقی ہے۔ اس گروپ کے عناصر موسکوویم کے علاوہ کی اہم ایٹمی اور طبیعی خصوصیات ان کے الیکٹرانی تشکل کے ساتھ جدول 7.1 میں دی گئی ہیں۔

7.1.2 الیکٹرانی تشکل (Electronic Configuration)

گروپ کی ایٹمی، طبیعی اور کیمیائی خصوصیات کے رجحانات سے مندرجہ ذیل بحث کی گئی ہے۔

ان عناصر کا ویلنس شیکل الیکٹرانی تشکل ns^2np^3 ہے۔ان عناصر میں s اربٹل مکمل بھرا ہوا ہے اور p اربٹل نصف بھرے ہوئے ہیں جو ان کے الیکٹرانی شیل کو مزید استحکام عطا کرتے ہیں۔

7.1.3 ایٹمی اور آئنی نصف قطر (Atomic and Ionic Radii)

شریک گرفت اور آئنی (ایک مخصوص حالت میں) نصف قطر میں اضافہ ہوتا ہے۔ گروپ میں نیچے جانے پر N سے اور P تک شریک گرفت نصف قطر میں قابل لحاظ اضافہ دیکھا جاسکتا ہے۔ تاہم As سے Bi تک شریک گرفت نصف قطر میں معمولی اضافہ دیکھا جاسکتا ہے۔ ایسا بھاری عناصر میں مکمل بھرے ہوئے d اور/یا f اربٹل کی موجودگی کی وجہ سے ہوتا ہے۔

7.1.4 آیونائزیشن اینتھالپی (Ionisation Enthalpy)

گروپ میں نیچے جانے پر ایٹمی سائز میں بتدریج اضافہ کی وجہ سے آیونائزیشن اینتھالپی میں کمی آتی ہے۔ زائد مستحکم نصف بھرے ہوئے p اربٹل الیکٹرانی تشکل اور کم سائز کی وجہ سے گروپ 15 کے عناصر کی آیونائزیشن اینتھالپی نظیری پیریڈ میں گروپ 14 کے عناصر کے مقابلے بہت زیادہ ہے۔ آیونائزیشن اینتھالپی کی بڑھتی ہوئی ترتیب اس طرح ہے۔ $\Delta_iH_1 < \Delta_iH_2 < \Delta_iH_3$ (جدول 7.1)

7.1.5 برقی منفیت (Electronegativity)

عام طور سے گروپ میں نیچے جانے پر ایٹمی سائز میں اضافے کے ساتھ برقی منفیت گھٹتی ہے۔ تاہم بھاری عناصر میں یہ کمی بہت زیادہ نہیں ہے۔

7.1.6 طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

اس گروپ کے سبھی عناصر کثیر ایٹمی ہیں۔ ڈائی نائٹروجن دو ایٹمی گیس ہے جبکہ باقی سبھی ٹھوس ہیں۔ گروپ میں نیچے کی طرف جانے پر دھاتی خصوصیت کم ہوتی چلی جاتی ہے۔ نائٹروجن اور فاسفورس غیر دھاتی ہیں۔ آرسینک اور اینٹی منی دھات نما (Metalloids) ہیں اور بسمتھ دھات ہے۔ ایسا آیونائزیشن اینتھالپی میں کمی اور ایٹمی سائز میں اضافہ کی وجہ سے ہے۔ گروپ میں نیچے جانے پر نقطۂ جوش میں عام طور سے اضافہ ہوتا ہے لیکن نقطۂ گداخت میں ارسینک تک تو اضافہ ہوتا ہے اور پھر بسمتھ تک اس میں کمی آتی جاتی ہے۔ نائٹروجن کے علاوہ سبھی عناصر بہروپیت ظاہر کرتے ہیں۔

7.1.7 کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

تکسیدی حالتیں اور کیمیائی تعاملیت میں رجحانات

ان عناصر کی عام تکسیدی حالتیں 3+، 3− اور 5+ ہیں۔ گروپ میں نیچے جانے پر 3− تکسیدی حالت کو ظاہر کرنے کا رجحان کم ہوتا جاتا ہے کیونکہ سائز اور دھاتی خصوصیت میں اضافہ ہوتا چلا جاتا ہے۔ درحقیقت گروپ کا آخری رکن بسمتھ 3− تکسیدی حالت میں بہ مشکل ہی کوئی مرکب بناتا ہے۔ Bi (V) کا صرف ایک مرکب BiF_5 ہے۔ گروپ میں نیچے جانے پر 5+ تکسیدی حالت کے استحکام میں کمی اور 3+ تکسیدی حالت کے استحکام میں اضافہ (جامد جفتہ اثر کی وجہ سے) ہوتا ہے۔ 5+ تکسیدی حالت کے علاوہ نائٹروجن جب آکسیجن سے تعامل کرتی ہے تو یہ 1+، 2+، 4+ تکسیدی حالتوں کو بھی ظاہر کرتی ہے۔ اگرچہ یہ ہیلوجن کے ساتھ 5+ تکسیدی حالت میں مرکبات نہیں بناتی کیوں کہ اس کے پاس d آربٹل نہیں ہوتے جس میں وہ دوسرے عناصر کے الیکٹرانوں کو رکھ کر گرفت بنا سکے۔ فاسفورس بھی کچھ آکسوایسڈوں میں 1+ اور 4+ تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتا ہے۔

نائٹروجن کے معاملے میں 1+ سے 4+ تک سبھی تکسیدی حالتیں القلی تیزابی محلول میں غیر متناسب کا رجحان ظاہر کرتی ہیں مثال کے طور پر

$$3HNO_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O + 2NO$$

اسی طرح فاسفورس کے معاملے میں تقریباً سبھی ضمنی تکسیدی حالتیں القلی اور تیزابوں دونوں میں 5+ یا 3+ میں غیر متناسب ہوجاتی ہیں۔ حالانکہ آرسینک اینٹی منی اور بسمتھ 3+ تکسیدی حالت غیر متناسبیت کے ساتھ بہت زیادہ مستحکم ہوجاتی ہے۔

نائٹروجن کی زیادہ سے زیادہ ویلنسی 4 ہوسکتی ہے۔ کیونکہ صرف 4 اربٹل (ایک s اور تین p) ہی بندش کے

لیے دستیاب ہیں۔ بھاری عناصر کے باہری شیل میں خالی d ارٹبل ہوتے ہیں جو کہ بندش (Covalency) میں استعمال کیے جاسکتے ہیں اوراس طرح یہ اپنی شریک گرفت میں توسیع کر لیتے ہیں جیسا کہ PF_6^- ہیں۔

نائٹروجن کی غیر مربوط خصوصیات (Anomalous Properties of Nitrogen)

نائٹروجن اپنے چھوٹے سائز، زیادہ برقی منفیت، زیادہ آیونائزیشن اینتھالپی اور d ارٹبل کی عدم دستیابی کی وجہ سے گروپ کے دیگر ممبران سے مختلف ہے۔ نائٹروجن میں اپنے ساتھ اور چھوٹے سائز نیز زیادہ برقی منفیت والے عناصر (جیسے C, O) کے ساتھ $p\pi$-$p\pi$ کثیر بانڈ بنانے کی ایک انوکھی صلاحیت ہے۔ اس گروپ کے بھاری عناصر $p\pi$-$p\pi$ بانڈ نہیں بناتے کیونکہ ان کے ایٹمی ارٹبل اتنے بڑے اور منفوذ (Diffuse) ہوتے ہیں کہ وہ موثر اور لیپنگ نہیں کرسکتے۔ اس طرح نائٹروجن کا سالمہ دوایٹمی ہوتا ہے جس میں دوایٹموں کے درمیان تہرا بانڈ (ایک s اور دو p) ہوتا ہے۔ نتیجتاً اس کی بانڈ اینتھالپی ($941.4\ kJ\ mol^{-1}$) بہت زیادہ ہے۔ اس کے برعکس فاسفورس، آرسینک اور اینٹی منی واحد بانڈ بناتے ہیں جیسے کہ P–P، As–As، Sb–Sb جبکہ بسمتھ عنصری حالت میں دھاتی بانڈ بناتا ہے۔ حالانکہ واحد N–N بانڈ واحد P–P بانڈ کے مقابلے میں کمزور ہوتا ہے کیونکہ غیر بندشی الیکٹرانوں کے بہت زیادہ انٹرالیکٹرانک دفع کی وجہ سے بانڈ کی لمبائی کم ہوجاتی ہے۔ نتیجتاً نائٹروجن میں کیٹینیشن کا رجحان کم ہوجاتا ہے۔ ایک اور عوامل جو نائٹروجن کی کیمسٹری کو متاثر کرتا ہے وہ ہے اس کی ویلنس شیکل میں d ارٹبل کی عدم موجودگی۔ اس کی ویلنسی 4 تک محدود رہنے کے علاوہ نائٹروجن $d\pi$–$p\pi$ بانڈ نہیں بناسکتی جیسا کہ بھاری عناصر کرتے ہیں مثلاً $R_3P = O$ یا $R_3P = CH_2$ (R-القلی گروپ) فاسفورس اور آرسینک عبوری عناصر کے ساتھ بھی $d\pi$–$p\pi$ بانڈ بناسکتے ہیں جب ان کے مرکبات جیسے $P(C_2H_5)_3$ اور $As(C_6H_5)_3$ لیگنڈ کے طور پر کام کرتے ہیں۔

(i) **ہائڈروجن کیے تئیں تعاملیت :** گروپ 15 کے سبھی عناصر EH_3 قسم کے ہائڈرائڈ بناتے ہیں جہاں E = N, P, As, Sb اور Bi ہے۔ ان ہائڈرائڈ کی کچھ خصوصیات جدول 7.2 میں دکھائی گئی ہیں۔ ہائڈرائڈ اپنی خصوصیات میں باقاعدہ (Gradation) ظاہر کرتے ہیں۔ ہائڈرائڈ کا استحکام NH_3 سے BiH_3 تک گھٹتا ہے۔ جس کا مشاہدہ ان کی بانڈ تحلیل اینتھالپی سے کیا جاسکتا ہے۔ نتیجتاً ہائڈرائڈوں کی تحویلی خصوصیت میں اضافہ ہوتا ہے۔ واحد امونیا ایک معمولی تحویلی ایجنٹ ہے جبکہ BiH_3 تمام ہائڈرائڈوں میں سب سے زیادہ طاقتور تحویلی ایجنٹ ہے۔ اساسیت میں بھی مندرجہ ذیل ترتیب کے مطابق کمی آتی ہے۔ $NH_3 > PH_3 > AsH_3 > SbH_3 > BiH_3$: نائٹروجن کی چھوٹی جسامت اور اعلی الیکٹرونیگیٹیوٹی کی وجہ سے NH_3 ٹھوس اور رقیق حالتوں میں ہائیڈروجن گرفت دکھاتی ہے۔ اس کی وجہ سے اس کا نقطۂ گداخت اور نقطۂ ابال PH_3 کے مقابلے میں زیادہ ہوتا ہے۔

جدول 7.2 گروپ 15 کے عناصر کے ہائڈرائڈوں کی خصوصیت

خصوصیت	NH_3	PH_3	AsH_3	SbH_3	BiH_3
نقطہ گداخت / K	195.2	139.5	156.7	185	–
نقطہ جوش / K	238.5	185.5	210.6	254.6	290
(E–H) فاصلہ / pm	101.7	141.9	151.9	170.7	–

HEH زاویہ (°)	107.8	93.6	91.8	91.3	–
$\Delta_f H^\ominus / kJ\ mol^{-1}$	–46.1	13.4	66.4	145.1	278
$\Delta_{diss} H^\ominus (E–H) / kJ\ mol^{-1}$	389	322	297	255	–

(ii) **آکسیجن کے تئیں تعاملیت** *(Reactivity towards oxygen)* : یہ سبھی عناصر دو قسم کے آکسائڈ بناتے ہیں E_2O_3 اور E_2O_5۔ اونچی تکسیدی حالت میں عنصر کا آکسائڈ کم تکسیدی حالت کے مقابلے زیادہ تیزابی ہوتا ہے۔ گروپ میں نیچے جانے پر ان کی تیزابی خصوصیت گھٹتی جاتی ہے۔ نائٹروجن اور فاسفورس کے E_2O_5 قسم کے آکسائڈ خالص تیزابی ہوتے ہیں آرسینک اور اینٹی منی کے ایمفوٹیرک اور بسمتھ کے آکسائڈ اساسی ہوتے ہیں۔

(iii) **ہیلوجن کے تئیں تعاملیت** *(Reactivity towards halogens)* : یہ عناصر تعامل کرکے دو قسم کے ہیلائڈ بناتے ہیں۔ EX_3 اور EX_5۔ اپنے ویلنس شیل میں d اربٹل کی عدم موجودگی کی وجہ سے نائٹروجن پینٹا ہیلائڈ نہیں بناتی۔ ٹرائی ہیلائڈوں کے مقابلے پینٹا ہیلائڈ زیادہ شریک گرفت ہوتے ہیں۔ یہ اس وجہ سے ہوتا ہے کہ پینٹا ہیلائڈ میں 5+ اور ٹرائی ہیلائڈ میں 3+ تکسیدی حالتیں ہوتی ہیں۔ چونکہ 5+ تکسیدی حالت میں عناصر کی تقطیبی قوت 3+ تکسیدی حالت کی بنسبت زیادہ ہوتی ہے لہٰذا شریک گرفت کی خصوصیت پینٹا ہیلائڈ میں زیادہ ہوتی ہے۔ نائٹروجن کے علاوہ ان عناصر کے تمام ہیلائڈ مستحکم ہوتے ہیں۔ نائٹروجن میں صرف NF_3 ہی مستحکم ہے۔ BiF_3 کے علاوہ ٹرائی ہیلائڈ بہت زیادہ شریک گرفت نوعیت کے ہیں۔

(iv) دھاتوں کے تئیں تعاملیت *(Reactivity towards metals)*: یہ سبھی عناصر دھاتوں کے ساتھ تعامل کرکے بائنری مرکبات بناتے ہیں اور 3+ تکسیدی حالت کو ظاہر کرتے ہیں مثلاً Ca_3N_2 (کیلشیم نائٹرائڈ) Ca_3P_2 (کیلشیم فاسفائڈ) Na_3As (سوڈیم آرسینائڈ) Zn_3Sb_2 (زنک اینٹی مونائڈ) اور Mg_3Bi_2 (میگنیشیم بسمتھائڈ)

مثال 7.1

حالانکہ نائٹروجن 5+ تکسیدی حالت کو ظاہر کرتی ہے لیکن یہ پینٹا ہیلائڈ نہیں بناتی۔ وجہ بتایئے۔

حل

نائٹروجن (n = 2) میں صرف s اور p اربٹل ہوتے ہیں۔ اس کے پاس اپنے کو ویلنس میں چار سے آگے توسیع کے لیے d اربٹل نہیں ہوتے۔ اسی لیے یہ پینٹا ہیلائڈ نہیں بناتی۔

مثال 7.2

PH_3 کا نقطہ جوش NH_3 کے مقابلے کم ہے۔ کیوں؟

حل

NH_3 کی طرح PH_3 کے سالمات رقیق حالت میں ہائڈروجن بندش کے ذریعہ جڑے ہوئے نہیں ہوتے۔ اسی وجہ سے PH_3 کا نقطہ جوش NH_3 کے مقابلے کم ہوتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

7.1 ٹرائی ہیلائڈوں کے مقابلے P، As، Sb اور B کے پینٹا ہیلائڈ زیادہ شریک گرفت کیوں ہوتے ہیں؟

7.2 گروپ 15 عناصر کے تمام ہائڈرائڈوں میں BiH_3 سب سے مضبوط تحویلی ایجنٹ ہے۔ کیوں؟

7.2 ڈائی نائٹروجن (Dinitrogen)

تیاری (Preparation)

ڈائی نائٹروجن کو تجارتی پیمانے پر ہوا کی اماعت (Liquifaction) اور کسری کشید (Fractional Distillation) سے تیار کیا جاتا ہے۔ رقیق ڈائی نائٹروجن (b.p. 77.2k) کی کشید پہلے ہوتی ہے جبکہ رقیق آکسیجن (p.p. 90k) کی کشید اس کے بعد ہوتی ہے۔

تجربہ گاہ میں ڈائی نائٹروجن کو بنانے کے لیے امونیم کلورائڈ کے آبی محلول کا سوڈیم نائٹریٹ کے ساتھ تعامل کرایا جاتا ہے۔

$$NH_4Cl(aq) + NaNO_2(aq) \quad N2(g) + 2H_2O(l) + NaCl\ (aq)$$

اس تعامل میں تھوڑی سی مقدار میں NO اور HNO_3 بھی بنتے ہیں۔ یہ ملاوٹیں گیس کو پٹاشیم ڈائی کرومیٹ پر مشتمل آبی سلفیورک ایسڈ میں سے گزار کر دور کی جاسکتی ہیں۔ اسے امونیم ڈائی کرومیٹ کی حرارتی تحلیل سے بھی حاصل کیا جاسکتا ہے۔

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\text{Heat}} N_2 + 4H_2O + Cr_2O_3$$

بہت زیادہ خالص نائٹروجن کو سوڈیم یا بیریم ایزائڈ کی حرارتی تحلیل سے حاصل کیا جاسکتا ہے۔

$$Ba(N_3)_2 \rightarrow Ba + 3N_2$$

خصوصیات (Properties)

ڈائی نائٹروجن بے رنگ، بغیر بو، بے ذائقہ اور غیر سمی گیس ہے۔ اس کے دو مستحکم آئسوٹوپ ہیں ^{14}N اور ^{15}N یہ پانی میں بہت کم حل پذیر ہے (273k اور 1bar دباؤ پر فی لیٹر پانی میں $23.2\ cm^3$) اس کے نقطہ انجماد اور نقطہ جوش کم ہوتے ہیں (جدول 7.1)

کمرہ کے درجہ حرارت پر ڈائی نائٹروجن بہت زیادہ غیر عامل ہے کیونکہ N≡N بانڈ کی بانڈ اینتھالپی زیادہ ہوتی ہے۔ حالانکہ درجہ حرارت میں اضافہ کے ساتھ تعاملیت میں تیزی سے اضافہ ہوتا ہے۔ اونچے درجہ حرارت پر یہ کچھ دھاتوں کے ساتھ تعامل کرکے آئنی نائٹرائڈ بناتی ہے اور غیر دھاتوں کے ساتھ شریک گرفت نائٹرائڈ بناتی ہے۔ کچھ تعاملات ذیل میں دیے گئے ہیں۔

$$6Li + N_2 \xrightarrow{\text{Heat}} 2Li_3N$$

$$3Mg + N_2 \xrightarrow{\text{Heat}} Mg_3N_2$$

یہ تقریباً 773 K پر وسیط کی موجودگی میں ہائڈروجن سے تعامل کرکے (ہیبر س پراسس) امونیا بناتی ہے۔

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons{773\ K} 2NH3(g); \quad \Delta_f H^\ominus = -46.1\ kJmol^{-1}$$

صرف بہت زیادہ درجہ حرارت (تقریباً 2000 K پر) پر ڈائی نائٹروجن ڈائی آکسیجن سے تعامل کرکے نائٹرک آکسائڈ، NO بناتی ہے۔

$$N_2 + O_2(g) \xrightleftharpoons{\text{Heat}} 2NO(g)$$

استعمال : ڈائی نائٹروجن کا سب سے اہم استعمال امونیا بنانے میں اور نائٹروجن پر مشتمل دیگر صنعتی کیمیا بنانے میں کیا جاتا ہے۔ (مثلاً کیلشیم سائنمائڈ) جہاں غیر عامل کرہ باد کی ضرورت ہوتی ہے وہاں بھی اس کا استعمال کیا جاتا ہے۔ (مثلاً آئرن اور اسٹیل انڈسٹری میں، متعامل کیمکلس کے

لیے غیر عامل میڈیم) رقیق ڈائی نائٹروجن کا استعمال حیاتیاتی اشیا، غذائی مادے اور کرایو سرجری (Cryosurgery) میں ریفریجرنٹ کے طور پر کیا جاتا ہے۔

مثال 7.3

سوڈیم ایزائڈ کی حرارتی تحلیل کے لیے تعامل لکھیے۔

حل

سوڈیم ایزائڈ کی حرارتی تحلیل کے نتیجے میں ڈائی نائٹروجن گیس پیدا ہوتی ہے۔

$$2NaN_3 \rightarrow 2Na + 3N_2$$

متن پر مبنی سوالات

7.3 کمرہ کے درجہ حرارت پر N_2 کم تعامل پذیر کیوں ہے؟

7.3 امونیا (Ammonia)

تیاری (Preparation)

امونیا ہوا اور مٹی میں کم مقدار میں موجود ہوتی ہے جہاں یہ نائٹروجنی نامیاتی مادہ (مثلاً یوریا) کی تحلیل کے نتیجے میں پیدا ہوتی ہے۔

$$NH_2CONH_2 + 2H_2O \rightarrow (NH_4)_2CO_3 \rightleftharpoons 2NH_3 + H_2O + CO_2$$

چھوٹے پیمانے پر امونیا کو امونیا نمک سے حاصل کیا جاتا ہے جو کہ کاسٹک سوڈا یا چونے کے ساتھ تعامل کرکے تحلیل ہو جاتا ہے۔

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2$$

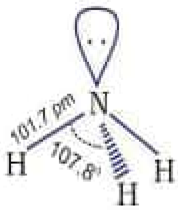
$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2NH_3 + 2H_2O + Na_2SO_4$$

بڑے پیمانے پر امونیا کو ہیبرس پراسس کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g); \qquad \Delta_f H^\ominus = -46.1\ kJ\ mol^{-1}$$

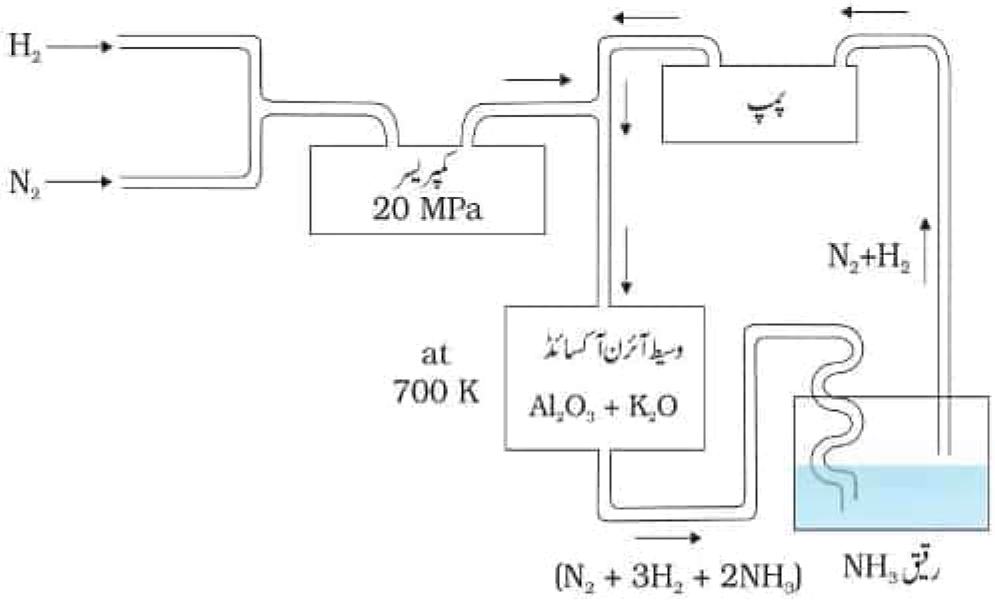
لے چیٹلرس اصول کے مطابق، امونیا کی تشکیل کے لیے اونچا دباؤ موافق ہوگا۔ 200×10^5 Pa (تقریباً 200 atm)، ~ 700 K کا درجہ حرارت نیز K_2O اور Al_2O_3 پر مشتمل آئرن آکسائڈ جیسے وسیط کا استعمال تاکہ توازن کی حالت کو حاصل کرنے کی شرح میں اضافہ ہو سکے، یہ کچھ ایسے حالات ہیں جو امونیا کی تیاری کے لیے موافق ہیں۔ امونیا کی تیاری سے متعلق فلو چارٹ شکل 7.1 میں دکھایا گیا ہے۔

خصوصیات (Properties)



امونیا ایک بے رنگ گیس ہے جس میں سے تیز بو آتی ہے۔ اس کے نقطہ انجماد اور نقطہ جوش بالترتیب 198.4 K اور 239.7 K ہیں۔ ٹھوس اور رقیق حالت میں یہ ہائڈروجن بانڈ سے منسلک ہوتی ہے جیسا کہ پانی میں ہوتا ہے جس کی وجہ سے اس کے نقطہ گداخت اور نقطہ جوش کی قدریں سالماتی کمیت کی بنیاد پر متوقع قدروں کے مقابلے زیادہ ہوتی ہیں۔ امونیا کا سالمہ ٹرائی گونل پیرامڈل ہوتا ہے جس کی چوٹی پر نائٹروجن ایٹم ہے۔ اس میں الیکٹران کے تین بانڈ پیئر اور ایک لون پیئر ہوتا ہے جیسا کہ اس کی ساخت میں دکھایا گیا ہے۔

امونیا گیس پانی میں بہت زیادہ حل پذیر ہے۔ اس کا آبی محلول OH^- آینوں کی تشکیل کی وجہ سے معمولی اساس ہوتا ہے۔



شکل 7.1 : امونیا کی تیاری کا فلو چارٹ

$$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

یہ تیزابوں کے امونیم نمک بناتی ہے مثلاً NH_4Cl, $(NH_4)_2SO_4$ وغیرہ۔ کمزور اساس کے طور پر یہ کئی دھاتوں کے ہائڈروکسائڈوں کی ان کے نمک محلولوں سے ترسیب کردیتی ہے۔ مثال کے طور پر

$$2FeCl_3(aq) + 3NH_4OH(aq) \rightarrow Fe_2O_3.xH_2O(s) + 3NH_4Cl(aq)$$
(بھورا رسوب)

$$ZnSO_4(aq) + 2NH_4OH(aq) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + (NH_4)_2SO_4(aq)$$
(سفید رسوب)

امونیا سالمہ کے نائٹروجن ایٹم پر الیکٹرانوں کے لون پیئر کی موجودگی اسے لیوئس اساس بنا دیتی ہے۔ یہ ایک الیکٹران کا جوڑا دے کر دھاتی آینوں کے ساتھ بندش کرتی ہے۔ اور ایسے کمپلیکس مرکبات کی تشکل کرتی ہے جن کا استعمال Cu^{2+} اور Ag^{2+} جیسے دھاتی آینوں کی شناس میں کیا جاتا ہے۔

$$Cu^{2+}(aq) + 4NH_3(aq) \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+}(aq)$$
(نیلا) (گہرا نیلا)

$$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$$
(بے رنگ) (سفید ppt)

$$AgCl(s) + 2NH_3(aq) \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl(aq)$$
(سفید ppt) (بے رنگ)

استعمال: امونیا کا استعمال متعدد نائٹروجنی فرٹیلائزر (امونیم نائٹریٹ، یوریا، امونیم فاسفیٹ اور امونیم سلفیٹ) بنانے میں اور کچھ غیر نامیاتی نائٹروجنی مرکبات جن میں سب سے زیادہ اہم نائٹرک ایسڈ ہے بنانے میں کیا جاتا ہے۔ رقیق امونیا کا استعمال ریفریجرینٹ کے طور پر بھی کیا جاتا ہے۔

مثال 7.4

NH_3 لیوس اساس کے طور پر کیوں کام کرتی ہے؟

حل

NH_3 میں نائٹروجن ایٹم کے پاس الیکٹرانوں کا ایک لون پیئر ہوتا ہے جو کہ عطیہ کے لیے دستیاب رہتا ہے۔
اسی لیے یہ لیوس اساس کے طور پر کام کرتی ہے۔

متن پر مبنی سوالات

7.4 امونیا کی پیداوار میں اضافہ کے لیے درکار حالات کو بیان کیجیے۔

7.5 امونیا Cu^{2+} کے محلول سے کس طرح تعامل کرتی ہے؟

7.4 نائٹروجن کے آکسائڈ (Oxides of Nitrogen)

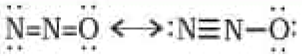
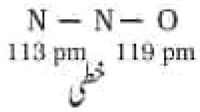
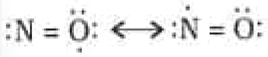
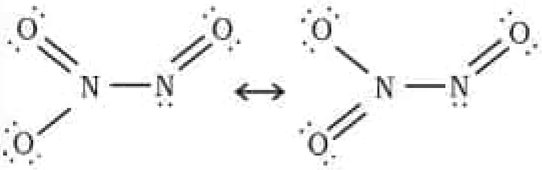
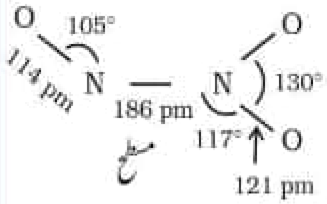
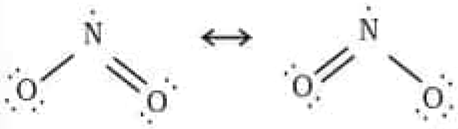
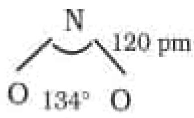
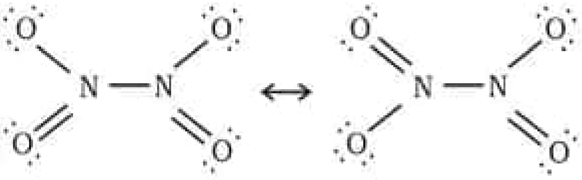
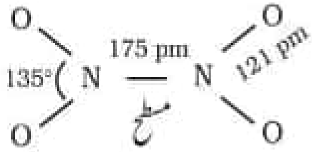
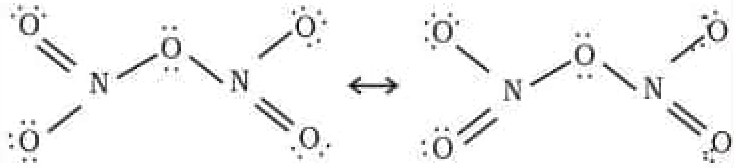
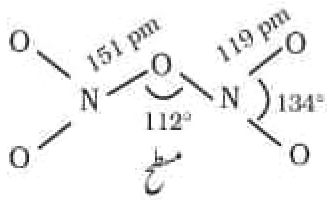
نائٹروجن مختلف تکسیدی حالتوں میں متعدد آکسائڈ بناتی ہے۔ ان آکسائڈوں کے نام فارمولے، تیاری اور طبیعی حالت جدول 7.3 میں دی گئی ہے۔

جدول 7.3 نائٹروجن کے آکسائڈ

نام	فارمولہ	نائٹروجن کی تکسیدی حالت	تیاری کے عام طریقے	طبیعی حالت اور کیمیائی نوعیت
ڈائی نائٹروجن آکسائڈ (نائٹروجن (I) آکسائڈ)	N_2O	+ 1	$NH_4NO_3 \xrightarrow{\text{Heat}} N_2O + 2H_2O$	بے رنگ گیس تعدیلی
نائٹروجن مونو آکسائڈ (نائٹروجن (II) آکسائڈ)	NO	+ 2	$2NaNO_2 + 2FeSO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2NaHSO_4 + 2H_2O + 2NO$	بے رنگ گیس تعدیلی
ڈائی نائٹروجن ٹرائی آکسائڈ (نائٹروجن (III) آکسائڈ)	N_2O_2	+ 3	$2NO + N_2O_4 \xrightarrow{250\text{K}} 2N_2O_3$	نیلا ٹھوس تیزابی
نائٹروجن ڈائی آکسائڈ (نائٹروجن (IV) آکسائڈ)	NO_2	+ 4	$2Pb(NO_3)_2 \xrightarrow{673\text{K}} 4NO_2 + 2PbO$	بھوری گیس تیزابی
ڈائی نائٹروجن ٹیٹرا آکسائڈ (نائٹروجن (IV) آکسائڈ)	N_2O_4	+ 4	$2NO_2 \underset{\text{Heat}}{\overset{\text{Cool}}{\rightleftharpoons}} N_2O_4$	بے رنگ ٹھوس رقیق، تیزابی
ڈائی نائٹروجن پینٹا آکسائڈ (نائٹروجن (V) آکسائڈ)	N_2O_5	+ 5	$4HNO_3 + P_4O_{10} \rightarrow 4HPO_3 + 2N_2O_5$	بے رنگ ٹھوس تیزابی

آکسائڈوں کی لیوس ڈاٹ خاص گمک ساختیں اور بانڈ پیرامیٹر جدول 7.4 میں دیے گئے ہیں۔

جدول 7.4 نائٹروجن کے آکسائڈوں کی ساختیں

Formula	Resonance Structures	Bond Parameters
N_2O		
NO		
N_2O_3		
NO_2		 Angular
N_2O_4		
N_2O_5		

مثال 7.5 NO_2 ڈائی میرائز (Dimerise) کیوں ہے؟

حل NO_2 ویلنس الیکٹرانوں کی تعداد طاق ہے۔ یہ ایک طاق سالمہ کے جیسا طرز عمل ظاہر کرتا ہے۔ ڈائی میرائزیشن پر یہ مستحکم N_2O_4 سالمہ میں تبدیل ہوجاتی ہے جس میں الیکٹرانوں کی تعداد جفت ہے۔

متن پر مبنی سوالات

7.6 N_2O_5 میں نائٹروجن کا کوویلنس کیا ہے؟

7.5 نائٹرک ایسڈ (Nitric Acid)

نائٹروجن $H_2N_2O_2$ (ہائپونائٹرس ایسڈ) HNO_2 (نائٹرس ایسڈ) اور HNO_3 نائٹرک ایسڈ جیسے آکسائڈ بناتی ہے۔ ان میں سے HNO_3 سب سے زیادہ اہم ہے۔

تیاری

تجربہ گاہ میں نائٹرک ایسڈ کو گلاس ریٹارٹ (Glass retort) میں KNO_3 یا $NaNO_3$ کو سلفیورک ایسڈ کے ساتھ گرم کرکے بنایا جاتا ہے۔

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

بڑے پیمانے پر اسے اوسٹوالڈ پراسس (Ostwald's Process) کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔ یہ طریقہ کرہ بادکی آکسیجن کے ذریعہ NH_3 کی وسطی تکسید پر مبنی ہے۔

$$4NH_3(g) + \underset{\text{(from air)}}{5O_2(g)} \xrightarrow[\text{500 K, 9 bar}]{\text{Pt / Rh gauge catalyst}} 4NO(g) + 6H_2O(g)$$

اس طرح حاصل ہونے والا نائٹرک آکسائڈ آکسیجن کے ساتھ متحد ہوکر NO_2 دیتا ہے۔

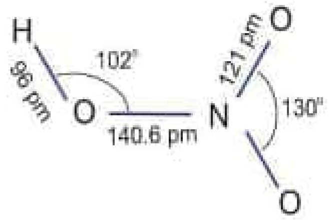
$$2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

اس طرح سے بننے والی نائٹروجن ڈائی آکسائڈ پانی میں حل ہوکر HNO_3 بناتی ہے۔

$$3NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) + NO(g)$$

اس طرح حاصل ہونے والی NO کو ری سائیکل کیا جاتا ہے اور HNO_3 کے آبی محلول کو کشید کی مدد سے کمیت کے اعتبار سے 68% تک مرتکز کیا جاسکتا ہے۔ مرتکز H_2SO_4 کے ساتھ ڈی ہائڈریشن کے ذریعہ 98% تک مرتکز کیا جاسکتا ہے۔

خصوصیات



یہ ایک بے رنگ رقیق ہے (f.p. 231.4 K اور b.p. 355.6 K) تجربہ گاہ میں بنائے گئے نائٹرک ایسڈ میں کمیت کے اعتبار سے ~ 68% HNO_3 ہوتا ہے۔ اور اس کی نوعی کثافت (Specific Gravity) 1.504 ہے۔

گیسی حالت میں HNO_3 کا سالمہ مسطح ہوتا ہے جس کی ساخت کو شکل میں دکھایا گیا ہے۔

آبی محلول میں نائٹرک ایسڈ طاقتور تیزاب کے جیسا طرز عمل ظاہر کرتا ہے نیز ہائڈرونیم اور نائٹریٹ آین بناتا ہے۔

$$HNO_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

مرتکز نائٹرک ایسڈ ایک طاقتور تکسیدی ایجنٹ ہے اور نوبل دھاتوں جیسے سونا اور پلٹنم کو چھوڑ کر زیادہ تر دھاتوں سے تعامل کرتا ہے۔ تکسید کے ماحصلات کا انحصار ایسڈ کے ارتکاز، درجہ حرارت اور تکسید ہونے والے مادے کی نوعیت پر ہوتا ہے۔

$$3Cu + 8\,HNO_3(dilute) \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

$$Cu + 4HNO_3(conc.) \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

زنک ڈائی لیوٹ نائٹرک ایسڈ کے ساتھ تعامل کرکے N_2O بناتا ہے اور مرتکز نائٹرک ایسڈ کے ساتھ تعامل کرکے NO_2 بناتا ہے۔

$$4Zn + 10HNO_3(dilute) \rightarrow 4\ Zn\ (NO_3)_2 + 5H_2O + N_2O$$

$$Zn + 4HNO_3(conc.) \rightarrow Zn\ (NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2$$

کچھ دھاتیں (مثلاً Al، Cr) مرتکز نائٹرک ایسڈ میں حل نہیں ہوئیں کیونکہ ان کی سطح پر آکسائڈ کی Passive پرت بن جاتی ہے۔

مرتکز نائٹرک ایسڈ غیر دھاتوں اور ان کے مرکبات کو بھی تکسید کرتا ہے۔ آیوڈین کی آیوڈک ایسڈ میں کاربن کی کاربن ڈائی آکسائڈ میں سلفر کی H_2SO_4 میں اور فاسفورس کی فاسفورک ایسڈ میں تکسید ہوتی ہے۔

$$I_2 + 10HNO_3 \rightarrow 2HIO_3 + 10\ NO_2 + 4H_2O$$

$$C + 4HNO_3 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 4NO_2$$

$$S_8 + 48HNO_3(conc.) \rightarrow 8H_2SO_4 + 48NO_2 + 16H_2O$$

$$P_4 + 20HNO_3(conc.) \rightarrow 4H_3PO_4 + 20\ NO_2 + 4H_2O$$

براؤن رنگ ٹیسٹ (Brown Ring Test): نائٹریٹ کے لیے جانا پہچانا براؤن رنگ ٹیسٹ Fe^{2+} آینوں کی اس صلاحیت پر مبنی ہے جس کے ذریعہ یہ نائٹریٹ کی نائٹرک آکسائڈ میں تحویل کردیتے ہیں جو کہ Fe^{2+} سے تعامل کرکے بھورے رنگ کا کمپلیکس بناتا ہے۔ یہ ٹیسٹ عام طور سے نائٹریٹ آین کے آبی محلول میں ڈائی لیوٹ فیرس سلفیٹ ملا کر اور پھر اس کے بعد احتیاط کے ساتھ ٹیسٹ ٹیوب کی دیوار کے سہارے مرتکز H_2SO_4 ملا کر انجام دیا جاتا ہے۔ محلول اور سلفیورک ایسڈ کی پرتوں کے انٹرفیس پر بھورے رنگ کے چھلے کا بننا محلول میں نائٹریٹ آینوں کی موجودگی کو ظاہر کرتا ہے۔

$$NO_3^- + 3Fe^{2+} + 4H^+ \rightarrow NO + 3Fe^{3+} + 2H_2O$$

$$[Fe\ (H_2O)_6]^{2+} + NO \rightarrow [Fe\ (H_2O)_5\ (NO)]^{2+} + H_2O$$

(کتھئی)

استعمال: نائٹرک ایسڈ کا سب سے زیادہ استعمال فرٹیلائزروں کے لیے امونیم نائٹریٹ بنانے میں اور دھماکہ خیز پائروٹکنیک (Pyrotechnics) میں دیگر نائٹریٹ بنانے میں کیا جاتا ہے اس کا استعمال نائٹروگلسرین ٹرائی نائٹروٹولوئین اور دیگر نامیاتی نائٹرو مرکبات بنانے میں کیا جاتا ہے۔ اس کا دوسرا اہم استعمال اسٹین لیس اسٹیل کی سطح کو صاف کرنے، دھاتوں پر نقاشی کرنے اور راکٹ ایندھنوں میں تکسید کے طور پر کیا جاتا ہے۔

7.6 فاسفورس کے بہروپ (Phosphorus — Allotropic Forms)

فاسفورس کئی بہروپی شکلوں میں پایا جاتا ہے۔ سفید، سرخ اور سیاہ اہم بہروپی شکلیں ہیں۔

سفید فاسفورس نیم شفاف سفید موم جیسا ٹھوس ہے۔ یہ زہریلا ہوتا ہے، پانی میں غیر حل پذیر ہے لیکن کاربن ڈائی سلفائڈ میں حل پذیر ہے اور اندھیرے میں چمکتا ہے (Chemiluminesence) غیر عامل کرہ باد میں ابلتے ہوئے NaOH میں حل ہو جاتا ہے اور PH_3 بناتا ہے۔

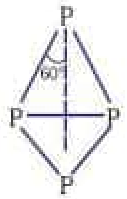
$$P_4 + 3NaOH + 3H_2O \rightarrow PH_3 + 3NaH_2PO_2$$

(سوڈیم ہائپوفاسفیٹ)

سفید فاسفورس کم مستحکم ہے اور اس لیے عام حالات میں دیگر ٹھوس حالتوں کے مقابلے زیادہ تعامل پذیر ہے کیونکہ P_4 سالمہ میں زاویائی تناؤ ہے جہاں زاویے صرف 60° کے ہیں۔ یہ ہوا میں تیزی سے آگ پکڑ لیتا ہے اور P_4O_{10} کا سفید دھواں پیدا کرتا ہے۔

$$P_4 + 5O_2 \rightarrow P_4O_{10}$$

یہ مجرد ٹیٹرا ہیڈرل P_4 سالمات پر مشتمل ہوتا ہے جیسا کہ شکل 7.2 میں دکھایا گیا ہے۔

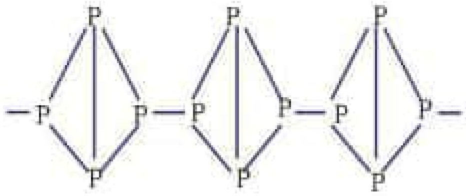


شکل 7.2 : سفید فاسفورس

سفید فاسفورس کو غیر عامل کرہ باد میں 573 K پر کئی دنوں تک گرم کرنے سے سرخ فاسفورس حاصل ہوتا ہے۔

جب سرخ فاسفورس کو اونچے دباؤ پر گرم کیا جاتا ہے تو سیاہ فاسفورس کی فیز کا ایک سلسلہ تشکیل پاتا ہے۔ سرخ فاسفورس میں لوہے جیسی سلیٹی چمک ہوتی ہے۔ اس میں کسی قسم کی کوئی بو نہیں ہوتی، یہ زہریلا نہیں ہے اور پانی نیز کاربن ڈائی سلفائڈ دونوں میں حل پذیر نہیں ہے۔ کیمیائی اعتبار سے سرخ فاسفورس سفید فاسفورس کے مقابلے کم تعامل پذیر ہے۔ یہ اندھیرے میں نہیں چمکتا۔

یہ پالیمیرک (Polymeric) ہے جس میں P_4 ٹیٹرا ہیڈرا زنجیریں ایک دوسرے سے جڑی رہتی ہیں جیسا کہ شکل 7.3 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 7.3 : سرخ فاسفورس

سیاہ فاسفورس کی دو شکلیں ہیں α- بلیک فاسفورس اور β- بلیک فاسفورس۔ جب سرخ فاسفورس کو سیل بند ٹیوب میں 803 K پر گرم کیا جاتا ہے تو α- بلیک فاسفورس حاصل ہوتا ہے۔ اس کی ہوا میں تکسید ہو سکتی ہے اور اس کا کرسٹل مونو کلینک (Monoclinic) یا رہومبوہیڈرل (Rhombohedral) ہوتا ہے۔ یہ ہوا میں تکسید نہیں ہوتا β- بلیک فاسفورس اس وقت حاصل ہوتا ہے جب سفید فاسفورس کو اونچے دباؤ پر 473 K تک گرم کیا جاتا ہے۔ یہ 673 K تک ہوا میں نہیں جلتا۔

7.7 فاسفین (Phosphine)

تیاری

کیلشیم فاسفائڈ کا پانی یا ڈائی لیوٹ HCl کے ساتھ تعامل کر کے فاسفین بناتا ہے۔

$$Ca_3P_2 + 6H_2O \rightarrow 3Ca(OH)_2 + 2PH_3$$

$$Ca_3P_2 + 6HCl \rightarrow 3CaCl_2 + 2PH_3$$

تجربہ گاہ میں اسے سفید فاسفورس کو مرتکز NaOH محلول کے ساتھ CO_2 کے غیر حامل کرہ باد میں گرم کر کے بنایا جاتا ہے۔

$$P_4 + 3NaOH + 3H_2O \rightarrow PH_3 + 3NaH_2PO_2$$

(سوڈیم ہائپو فاسفائٹ)

جب خالص شکل میں ہوتی ہے تو یہ اشتعال پذیر نہیں ہے لیکن P_2H_4 یا P_4 بخارات کی موجودگی میں یہ اشتعال پذیر ہو جاتی ہے۔ ملاوٹوں کو دور کر کے خالص بنانے کے لیے اسے HI میں جذب کرایا جاتا ہے جس سے فاسفونیم آیوڈائڈ Phusphounium Iodide) (PH_4I) بنتا ہے۔ جو کہ KOH سے تعامل کر کے فاسفین بناتا ہے۔

$$PH_4I + KOH \rightarrow KI + H_2O + PH_3$$

خصوصیات

یہ ایک بے رنگ گیس ہے جس میں سے سڑی ہوئی مچھلی جیسی بو آتی ہے۔ اور نہایت زہریلی ہے۔ یہ HNO_3، Cl_2 اور Br_2 بخارات جیسے تکسیدی ایجنٹ کی معمولی سی مقدار کے ساتھ تعامل کر کے دھما کہ کر دیتی ہے۔

یہ پانی میں بہت زیادہ حل پذیر ہے۔ پانی میں PH_3 کا محلول روشنی کی موجودگی میں تحلیل ہو کر سرخ فاسفورس اور H_2 پیدا کرتا ہے۔ جب اسے کاپر سلفیٹ یا مرکیورک کلورائڈ کے محلول میں جذب کرایا جاتا ہے تو نظیری فاسفائڈ حاصل ہوتے ہیں۔

$$3CuSO_4 + 2PH_3 \rightarrow Cu_3P_2 + 3H_2SO_4$$

$$3HgCl_2 + 2PH_3 \rightarrow Hg_3P_2 + 6HCl$$

فاسفین کمزور قسم کا اساس ہے اور امونیا کی طرح تیزابوں سے تعامل کر کے فاسفونیم مرکبات بناتی ہے۔ مثلاً

$$PH_3 + HBr \rightarrow PH_4Br$$

استعمال: فاسفین کا ازخود احتراق کا تکنیکی استعمال ہالے سگنلوں (Holme's Signals) میں کیا جاتا ہے۔ کیلشیم کاربائڈ اور کیلشیم فاسفائڈ کے کنٹینرز کو سمندر میں پھینکا جاتا ہے اور جب گیس خارج ہو کر جلتی ہے تو یہ سگنل کا کام کرتی ہے۔ اس کا استعمال اسموک اسکرین میں بھی کیا جاتا ہے۔

مثال 7.6 یہ کس طرح ثابت کیا جا سکتا ہے کہ PH_3 کی فطرت اساسی ہے۔

حل PH_3، HI جیسے تیزابوں سے تعامل کر کے PH_4I بناتی ہے جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اس کی فطرت اساسی ہے۔

$$PH_3 + HI \rightarrow PH_4I$$

فاسفورس ایٹم پر اکیلے جوڑے کی موجودگی کی وجہ سے PH_3 مذکورہ بالا تعامل میں لیوئس اساس کے طور پر کام کرتی ہے۔

متن پر مبنی سوالات

7.7 PH_4^+ میں بانڈ زاویہ PH_3 کے مقابلے زیادہ ہے۔ کیوں؟

7.8 کیا ہوتا ہے جب سفید فاسفورس کو CO_2 کے غیر عامل کرہ باد میں مرتکز NaOH محلول کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے؟

7.8 فاسفورس ہیلائڈس (Phosphours Halides)

فاسفورس دو قسم کے ہیلائڈ یعنی PX_3 (X = F, Cl, Br, I) اور PX_5 (X = F, Cl, Br) بناتا ہے۔

7.8.1 فاسفورس ٹرائی کلورائڈ (Phosphours Trichloride)

تیاری

اسے گرم سفید فاسفورس کے اوپر خشک کلورین گزار کر تیار کیا جاتا ہے۔

$$P_4 + 6Cl_2 \rightarrow 4PCl_3$$

اسے تھایونل کلورائڈ اور سفید فاسفورس کے تعامل سے بھی بنایا جاتا ہے۔

$$P_4 + 8SOCl_2 \rightarrow 4PCl_3 + 4SO_2 + 2S_2Cl_2$$

خصوصیات

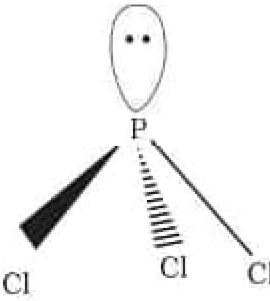
یہ بے رنگ چکنا رقیق ہے اور نمی کی موجودگی میں ہائڈرولائز ہو جاتا ہے۔

$$PCl_3 + 3H_2O \rightarrow H_3PO_3 + 3HCl$$

یہ CH_3COOH، C_2H_5OH جیسے OH گروپ پر مشتمل نامیاتی مرکبات سے تعامل کرتا ہے۔

$$3CH_3COOH + PCl_3 \rightarrow 3CH_3COCl + H_3PO_3$$

$$3C_2H_5OH + PCl_3 \rightarrow 3C_2H_5Cl + H_3PO_3$$



اس کی شکل پائرامڈل (Pyramidal) ہے جیسا کہ دکھایا گیا ہے، جس میں فاسفورس کی مخلوطیت sp^3 ہے۔

7.8.2 فاسفورس پینٹا کلورائڈ (Phosphorus Pentachloride)

تیاری

فاسفورس پینٹا کلورائڈ کو بنانے کے لیے سفید فاسفورس کا زیادہ خشک کلورین کے ساتھ تعامل کرایا جاتا ہے۔

$$P_4 + 10Cl_2 \rightarrow 4PCl_5$$

اسے فاسفورس پر SO_2Cl_2 کے عمل سے بھی بنایا جاتا ہے۔

$$P_4 + 10SO_2Cl_2 \rightarrow 4PCl_5 + 10SO_2$$

خصوصیات

PCl_5 ایک زردی مائل سفید پاؤڈر ہے اور مرطوب ہوا میں یہ ہائڈرولائز ہو کر $POCl_3$ بناتا ہے آخر میں فاسفورس ایسڈ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

$$PCl_5 + H_2O \rightarrow POCl_3 + 2HCl$$

$$POCl_3 + 3H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 3HCl$$

گرم کرنے پر اس کی تصعید ہو جاتی ہے لیکن زیادہ گرم کرنے پر تحلیل ہو جاتا ہے۔

$$PCl_5 \xrightarrow{Heat} PCl_3 + Cl_2$$

یہ OH گروپ پر مشتمل نامیاتی مرکبات سے تعامل کر کے انھیں کلورو مشتق (Chloro Derivativies) میں تبدیل کر دیتا ہے۔

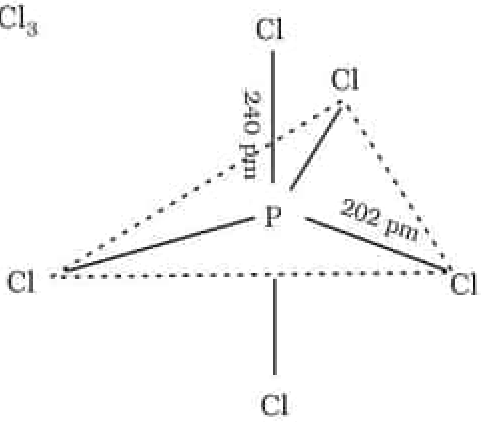
$$C_2H_5OH + PCl_5 \rightarrow C_2H_5Cl + POCl_3 + HCl$$

$$CH_3COOH + PCl_5 \rightarrow CH_3COCl + POCl_3 + HCl$$

باریک پاؤڈر کی شکل میں دھات جب PCl_5 کے ساتھ تعامل کرتی ہے تو نظیری کلورائڈ حاصل ہوتے ہیں۔

$$2Ag + PCl_5 \rightarrow 2AgCl + PCl_3$$
$$Sn + 2PCl_5 \rightarrow SnCl_4 + 2PCl_3$$

اس کا استعمال کچھ نامیاتی مرکبات کی تالیف میں کیا جاتا ہے جیسے C_2H_5Cl, CH_3COCl۔



گیس اور رقیق حالتوں میں اس کی ساخت ٹرائی گونل بائی پیرامڈل ہوتی ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ تین خط استوائی P-Cl بانڈ معادل ہوتے ہیں جبکہ دو محوری بانڈ خط استوائی بانڈ کے مقابلے زیادہ لمبے ہوتے ہیں۔ یہ اس حقیقت کی وجہ سے ہے کہ خط استوائی بانڈ پیئر کے مقابلے محوری بانڈ پیئر پر دفع کا اثر زیادہ ہوتا ہے۔

مثال 7.7

نمی کی موجودگی میں PCl_3 دھواں کیوں بن جاتا ہے؟

حل

PCl_3 نمی کی موجودگی میں ہائڈرولائز ہو کر HCl کا دھواں بناتا ہے۔

$$PCl_3 + 3H_2O \rightarrow H_3PO_3 + 3HCl$$

مثال 7.8

PCl_5 سالمہ میں کیا سبھی پانچوں بانڈ معادل ہیں؟ اپنے جواب کی حمایت میں جواز پیش کیجیے۔

حل

PCl_5 کی ساخت ٹرائی گونل بائی پیرامڈل ہوتی ہے اور تینوں خط استوائی بانڈ معادل ہوتے ہیں جبکہ دو محوری بانڈ مختلف ہوتے ہیں اور خط استوائی بانڈ کے مقابلے زیادہ لمبے ہیں۔

متن پر مبنی سوالات

7.9 جب PCl_5 کو گرم کیا جاتا ہے تو کیا ہوتا ہے؟

7.10 پانی کے ساتھ PCl_5 کے تعامل کی متوازن مساوات لکھیے۔

7.9 فاسفورس کے آکسوایسڈ (Oxoacids of Phosphorus)

فاسفورس متعدد آکسوایسڈ بناتا ہے۔ فاسفورس کے اہم آکسوایسڈوں کے فارمولے، بنانے کے طریقے اور ان کی ساخت میں کچھ مخصوص بانڈ کی موجودگی کو جدول 7.5 میں دیا گیا ہے۔

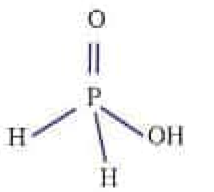
آکسوایسڈوں کی ترکیب H_2O سالمات یا O- ایٹم کے حصول یا زیادہ کے اعتبار سے ایک دوسرے سے متعلق ہیں۔ کچھ اہم آکسوایسڈوں کی ساختیں ذیل میں دی گئی ہیں۔

آکسوایسڈوں میں فاسفورس دیگر ایٹوں کے ذریعہ ٹیٹراہیڈرل انداز میں جڑا ہوتا ہے۔ یہ سبھی ایسڈ ایک P=O اور کم از کم ایک P – OH بانڈ پر مشتمل ہوتے ہیں۔ وہ آکسوایسڈ جن میں فاسفورس کی کمترین تکسیدی حالت (+5 سے کم) ہوتی ہے ان میں P = O اور P – OH بانڈ کے ساتھ ساتھ یا تو P–P (مثلاً $H_4P_2O_6$ میں) یا P – H (مثلاً H_3PO_2 میں) بانڈ ہوتے ہیں لیکن دونوں ایک ساتھ نہیں۔ فاسفورس کی +3 تکسیدی حالت میں یہ ایسڈ بالائی اور زیریں تکسیدی حالتوں کے تئیں غیر تناسبیت کا رجحان رکھتے ہیں۔ مثال کے طور پر آرتھو فاسفورس ایسڈ (یا فاسفورس

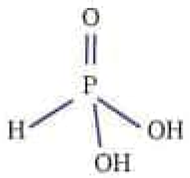
جدول 7.5 فاسفورس کے آکسو ایسڈ

نام	فارمولہ	فاسفورس کی تکسیدی حالت	مخصوص بانڈ اوران کی تعداد	تیاری
ہائپو فاسفورس (فاسفینک)	H_3PO_2	+1	ایک P – OH دو P – H ایک P = O	سفید P_4+القلی
آرتھو فاسفورس (فاسفونک)	H_3PO_3	+3	دو P – OH ایک P – H ایک P = O	$P_2O_3 + H_2O$
پائرو فاسفورس	$H_4P_2O_5$	+3	دو P – OH دو P – H دو P = O	$PCl_3 + H_3PO_3$
ہائپو فاسفورک	$H_4P_2O_6$	+4	چار P – OH دو P = O ایک P – P	لال P_4+القلی
آرتھو فاسفورک	H_3PO_4	+5	تین P – OH ایک P = O	$P_4O_{10}+H_2O$
پائرو فاسفورک	$H_4P_2O_7$	+5	چار P – OH دو P = O ایک P – O – P	فاسفورک ایسڈ کو گرم کرکے
میٹا فاسفورک*	$(HPO_3)_n$	+5	تین P – OH تین P = O تین P – O – P	فاسفورس ایسڈ+Br_2 سیل بند ٹیوب میں گرم کرکے

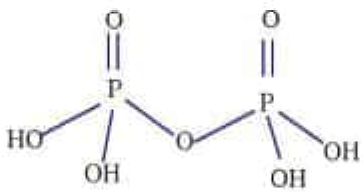
* صرف پالیمرک شکل میں پایا جاتا ہے $(HPO_3)_3$ کے مخصوص بانڈ جدول میں دیے گئے ہیں۔



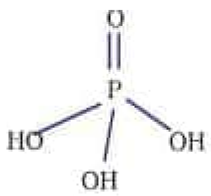
H_3PO_2
ہائپو فاسفورس ایسڈ



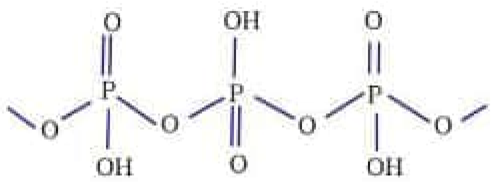
H_3PO_3
آرتھو فاسفورس ایسڈ



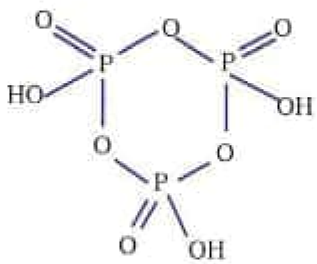
$H_4P_2O_7$
پائرو فاسفورس ایسڈ



H_3PO_4
آرتھو فاسفورک ایسڈ



پالیمیٹا فاسفورک ایسڈ $(HPO_3)_n$



سائکلو ٹرائی میٹا فاسفورک ایسڈ $(HPO_3)_3$

شکل 7.4: فاسفورس کے کچھ اہم آکسو ایسڈوں کی ساختیں

ایسڈ) گرم ہوکر غیر متناسبیت کے تحت آرتھوفاسفورک ایسڈ (یا فاسفورک ایسڈ) اور فاسفین بناتا ہے۔

$$4H_3PO_3 \rightarrow 3H_3PO_4 + PH_3$$

وہ ایسڈ جن میں P – H بانڈ ہوتے ہیں مضبوط تحویلی خصوصیات کے حامل ہوتے ہیں اس طرح ہائپو فاسفورس ایسڈ ایک بہتر تحویلی ایجنٹ ہے کیونکہ اس میں دو P – H بانڈ میں ہوتے ہیں مثلاً $AgNO_3$ کی کی دھاتی سلور میں تحویل کرتا ہے۔

$$4\,AgNO_3 + 2H_2O + H_3PO_2 \rightarrow 4Ag + 4HNO_3 + H_3PO_4$$

یہ P–H بانڈ H^+ آین بنانے کے لیے آیونائز نہیں ہوتے اور اساسیت میں کوئی رول ادا نہیں کرتے۔ صرف وہ H ایٹم جو کہ آکسیجن کے ساتھ P–OH شکل میں منسلک رہتے ہیں آیونائز ہوتے ہیں اور اساسیت کا سبب ہوتے ہیں۔ اس طرح H_3PO_3 اور H_3PO_4 بالترتیب ڈائی بیسک اور ٹرائی بیسک ہیں کیونکہ H_3PO_3 کی ساخت میں دو P–OH بانڈ اور H_3PO_4 میں تین P–OH بانڈ ہوتے ہیں۔

مثال 7.9 H_3PO_2 کی ساخت کی بنیاد پر آپ اس کے تحویلی طرزِ عمل کو کس طرح واضح کر سکتے ہیں؟

حل H_3PO_2 میں دو H ایٹم براہ راست P ایٹم سے منسلک رہتے ہیں جس کی وجہ سے ایسڈ تحویلی خصوصیت کا حامل بن جاتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

7.11 H_3PO_4 کی اساسیت کیا ہے؟

7.12 H_3PO_3 جب کو گرم کیا جاتا ہے تو کیا ہوتا ہے؟

7.10 گروپ 16 کے عناصر (Group 16 Elements)

آکسیجن، سلفر، سیلینیم، ٹیلوریم پولونیم اور لورموریم دوری جدول کے گروپ 16 کی تشکیل کرتے ہیں۔ کبھی کبھی یہ گروپ کیلکوجن گروپ (Group of Calcogen) بھی کہلاتا ہے۔ یہ نام پیتل کے لیے یونانی زبان سے اخذ کیا گیا ہے جو کہ سلفر اور کاپر کے ساتھ اس کے (Congeners) کے اتحاد کی طرف اشارہ کرتا ہے۔ زیادہ تر معدنیات آکسیجن یا سلفر پر مشتمل ہوتی ہیں اور اس گروپ کے دیگر ممبران بھی معدنیات میں کثرت سے موجود ہوتے ہیں۔

7.10.1 وقوع (Occurrence)

زمین پر سبھی عناصر میں آکسیجن سب سے زیادہ مقدار میں پائی جاتی ہے۔ آکسیجن کمیت کے اعتبار سے زمین کا 46.6% حصہ تشکیل دیتی ہے۔ خشک ہوا میں حجم کے اعتبار سے 20.94% آکسیجن موجود ہوتی ہے۔
تاہم، قشر ارض میں سلفر کی موجودگی صرف 0.03-0.1% ہے۔ متحد حالت میں سلفر، سلفیٹ کی شکل میں پایا جاتا ہے۔ مثلاً جپسم $CaSO_4.2H_2O$، اپسم نمک $MgSO_4.7H_2O$ بیرائٹ $BaSO_4$ اور سلفائڈ مثلاً گیلینا PbS، زنک بلینڈ ZnS، کاپر پائرائٹ $CuFeS_2$ سلفر کی کچھ مقدار ہائڈروجن سلفائڈ کی شکل میں آتش فشانوں

میں پائی جاتی ہے۔ پروٹین، لہسن، پیاز، سرسوں، بال اور اون جیسے نامیاتی مادوں میں سلفر پایا جاتا ہے۔

سیلینیم اور ٹیلوریم بھی سلفائڈ کچ دھاتوں میں دھاتی سیلینا ئڈ اور ٹیلورائڈ کی شکل میں پائے جاتے ہیں۔

پولونیم قدرتی ماحول میں تھوریم اور یورینیم معدنیات کے زوال پذیر ماحصلات کے طور پر پایا جاتا ہے۔ یہ بہت کم مقدار میں تیار کیا جاتا ہے اور اس کی نصف زندگی بھی بہت کم ہوتی ہے۔ (ایک سیکنڈ کا بھی بہت چھوٹا حصہ)۔ اس وجہ سے Lu کی خصوصیات کا مطالعہ محدود ہو جاتا ہے۔

اس کی علامت Lu، ایٹمی عدد 116، ایٹمی کمیت 292 اور الیکٹرانی تشکل $[Rn]5f^{14}, 6d^{10}, 7s^2, 7p^4$ ہے۔

لورموریم کے علاوہ گروپ 16 کے عناصر اہم ایٹمی اور طبیعی خصوصیات الیکٹرانی تشکل کے ساتھ جدول 7.6 میں دی گئی ہیں۔ ان کی کچھ ایٹمی، طبیعی اور کیمیائی خصوصیات اور ان کے رجحانات ذیل میں مذکور ہیں۔

جدول 7.6 گروپ 16 کے عناصر کے کچھ طبیعی خصوصیات

خصوصیت	O	S	Se	Te	Po
ایٹمی عدد	8	16	34	52	84
ایٹمی کمیت/ $g mol^{-1}$	16.00	32.06	78.96	127.60	210.00
الیکٹرانی تشکل	$[He]2s^22p^4$	$[Ne]3s^23p^4$	$[Ar]3d^{10}4s^24p^4$	$[Kr]4d^{10}5s^25p^4$	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^4$
شریک گرفت نصف قطر/ $(pm)^a$	66	104	117	137	146
آئنی نصف قطر/ E^{2-} pm	140	184	198	221	230^b
الیکٹران گین اینتھالپی/ $\Delta_{eg}H$ kJ mol^{-1}	-141	-200	-195	-190	-174
آیونائزیشن اینتھالپی (Δ_iH_1) kj/ mol^{-1}	1314	1000	941	869	813
برقی منفیت/ g cm^{-3} (298K)	3.50	2.58	2.55	2.01	1.76
کثافت/K	1.32^c	2.06^d	4.19^e	6.25	-
نقطہ گداخت/K	55	393^f	490	725	520
نقطہ جوش/K	90	718	958	1260	1235
تکسیدی حالتیں	-2,-1,1,2	-2,2,4,6	-2,2,4,6	-2,2,4,6	2,4

[a] واحد بانڈ؛ [b] تقریبی قدر؛ [c] نقطہ گداخت پر؛ [d] رہومبک سلفر؛ [e] ہیکسا گونل سلیٹی؛ [f] مونو کلینک شکل 673 K؛

- آکسیجن OF_2 اور O_2F_2 آکسیجن فلورائڈوں میں بالترتیب +2 اور +1 تکسیدی حالت ظاہر کرتی ہے۔

7.10.2 الیکٹرانی تشکل

گروپ 16 عناصر کے بیرونی شیل میں چھ الیکٹران ہوتے ہیں اور ان کا عمومی الیکٹرانی تشکل ns^2np^4 ہوتا ہے۔

7.10.3 ایٹمی اور آئنی نصف قطر

شیل کی تعداد میں اضافہ ہونے کی وجہ سے گروپ میں نیچے جانے پر ایٹمی اور آئنی نصف قطر میں اضافہ ہوتا ہے۔ تاہم آکسیجن کا سائز چھوٹا ہے جو کہ اس سے مستثنیٰ ہے۔

7.10.4 آیونائزیشن اینتھالپی

گروپ میں نیچے کی طرف آیونائزیشن اینتھالپی میں کمی آتی ہے۔ سائز میں اضافے کے سبب ایسا ہوتا ہے۔ تاہم اس گروپ کے عناصر کی آیونائزیشن اینتھالپی قدریں گروپ 15 کے نظیری پیریڈ میں عناصر کی آیونائزیشن اینتھالپی قدروں کے مقابلے کم ہوتی ہیں یہ اس حقیقت پر مبنی ہے کہ گروپ 15 کے عناصر میں زائد مستحکم نصف بھرے ہوئے p اربٹل والا الیکٹرانی تشکل ہے۔

7.10.5 الیکٹران گین اینتھالپی

آکسیجن ایٹم کی جامع نوعیت کی وجہ سے اس کی الیکٹران گین اینتھالپی سلفر کے مقابلے کم ہے سلفر اور اس کے آگے پولونیم تک دوبارہ کم ہوتی جاتی ہے۔

7.10.6 برقی منفیت

فلورین کے بعد، تمام عناصر میں آکسیجن کی برقی منفیت کی قدر سب سے زیادہ ہے۔ گروپ کے اندر ایٹمی عدد میں اضافے کے ساتھ برقی منفیت میں کمی آتی ہے اس کی وجہ سے آکسیجن سے پولونیم کی طرف دھاتی خصوصیت میں اضافہ ہوتا ہے۔

مثال 7.10

گروپ 16 کے عناصر کی آیونائزیشن اینتھالی عام طور سے گروپ 15 کے نظیری پیریڈ کے مقابلے کم ہے۔ کیوں؟

حل

گروپ 15 کے عناصر کا زائد مستحکم نصف بھرے ہوئے p اربٹل والا الیکٹرانی تفکل ہونے کی وجہ سے گروپ 16 کے عناصر کے مقابلے الیکٹران نکالنے کے لیے مزید توانائی درکار ہوتی ہے۔

7.10.7 طبیعی خصوصیات

گروپ 16 کے عناصر کی کچھ طبیعی خصوصیات جدول 7.6 میں دی گئی ہیں۔ آکسیجن اور سلفر غیر دھات ہیں۔ سیلینیم اور ٹیلوریم دھات نما ہیں جبکہ پولونیم دھات ہے۔ پولونیم تابکار ہے اور اس کا وقفہ حیات مختصر 13.8 دن (13.8 days) ہے۔ یہ سبھی عناصر بہروپیت کا اظہار کرتے ہیں۔ گروپ میں نیچے جانے پر ایٹمی عدد کے اضافے کے ساتھ ساتھ نقطۂ گداخت اور نقطۂ جوش میں اضافہ ہوتا ہے۔ آکسیجن اور سلفر کے نقطۂ جوش اور نقطۂ گداخت میں بہت زیادہ فرق کی وضاحت ان کی ایٹومی سٹی (Atomicity) کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔ آکسیجن کا سالمہ دو ایٹمی (O_2) جبکہ سلفر کثیر ایٹمی (S_8) سالمہ ہے۔

7.10.8 کیمیائی خصوصیات

گروپ 16 کے عناصر متعدد تکسیدی حالتیں ظاہر کرتے ہیں (جدول 7.6) گروپ میں نیچے جانے پر 2+ تکسیدی حالت کا استحکام کم ہوتا جاتا ہے۔ پولونیم بہ مشکل ہی 2- تکسیدی حالت کو ظاہر کرتی ہے۔ کیونکہ آکسیجن کی برقی منفیت بہت زیادہ ہے اس لیے صرف یہ ہی 2- تکسیدی حالت کو ظاہر کرتی ہے سوائے OF_2 کے جہاں اس کی تکسیدی حالت 2+ ہے۔ گروپ کے دیگر عناصر 2+، 4+ اور 6+ تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتے ہیں لیکن 4+ اور 6+ عام ہیں۔ سلفر، سیلینیم اور ٹیلوریم عام طور سے آکسیجن کے ساتھ بننے والے مرکبات میں 4+ تکسیدی حالت کو ظاہر کرتے ہیں اور فلورین کے ساتھ 6+ تکسیدی حالت کو ظاہر کرتے ہیں۔ گروپ میں نیچے جانے پر 6+ تکسیدی حالت کا استحکام کم ہوتا جاتا ہے۔ اور 4+ تکسیدی حالت کے استحکام میں اضافہ ہوتا ہے۔ (جامع جفتہ اثر) 4+ اور 6+ تکسیدی حالتوں میں بندش خاص طور سے شریک گرفت ہوتی ہے۔

آکسیجن کا بے ربط طرز عمل (Anomalous behaviour of oxygen)

دوسرے پیریڈ میں p بلاک کے دیگر ممبران کی طرح آکسیجن کا بے ربط طرز عمل چھوٹے سائز اور زیادہ برقی منفیت کی

وجہ ہے۔ چھوٹے سائز اور زیادہ برقی منفیت کے اثر کی ایک مثال H_2O میں مضبوط ہائڈروجن بانڈ کی موجودگی ہے جو کہ H_2S میں نہیں ہے۔

آکسیجن میں d اربٹل کی عدم موجودگی کی وجہ سے اس کی کوویلنسی چار تک ہی محدود رہتی ہے اور عملی طور پر دو سے زیادہ شاذونادر ہی ہوتی ہے۔ گروپ کے دیگر عناصر کے معاملہ میں ویلنس شیل میں توسیع ہوسکتی ہے اور کوویلنسی چار سے زیادہ ہوجاتی ہے۔

(i) ہائڈروجن کے ساتھ تعاملیت (Reetivity with Hydrogen): گروپ 16 کے تمام عناصر H_2E (E=Se, Po, Te) قسم کے ہائڈرائڈ بناتے ہیں۔ ہائڈرائڈ کی کچھ خصوصیات جدول 7.7 میں دی گئی ہیں۔ H_2O سے H_2Te تک ان کی تیزابی خصوصیت میں اضافہ ہوتا ہے۔ تیزابی خصوصیت میں اضافے کی وضاحت گروپ میں نیچے جانے پر بانڈ تحلیلی توانائی (H-E) میں کمی کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔ H_2O سے H_2PO تک ہائڈائڈ کے حرارتی استحکام میں بھی کمی آتی ہے۔ پانی کے علاوہ باقی تمام ہائڈرائڈ تحویلی خصوصیت کے حامل ہیں اور یہ خصوصیت H_2s سے H_2Te تک بڑھتی ہے۔

جدول 7.7 گروپ 16 کے عناصر کے ہائڈرائڈ کی خصوصیات

خصوصیت	H_2O	H_2S	H_2Se	H_2Te
نقطہ گداخت/K	273	188	208	222
نقطہ جوش/ K	373	213	232	269
فاصلہ H–E/pm	96	134	146	169
HEH زاویہ (°)	104	92	91	90
$\Delta_f H/kJ\ mol^{-1}$	–286	–20	73	100
$\Delta_{diss} H$ (H–E)/kJ mol^{-1}	463	347	276	238
تحلیلی مستقلہ a آبی محلول، 298K پر	1.810^{-16}	1.310^{-7}	1.310^{-4}	2.310^{-3}

[a] آبی محلول، 298K

(ii) آکسیجن کے ساتھ تعاملیت (Reactivity with Oxygen): یہ بھی عناصر EO_2 اور EO_3 قسم کے آکسائڈ بناتے ہیں جہاں E = S, Se, Te Po ہے۔ اوزون (O_3) اور سلفر ڈائی آکسائڈ (SO_2) گیسیں ہیں جب کہ سیلینیم ڈائی آکسائڈ (SeO_2) ٹھوس ہے۔ ڈائی آکسائڈ کی تحویلی خصوصیت SO_2 سے Te_2O_2 کی طرف کم ہوتی جاتی ہے۔ SO_2 تحویلی ایجنٹ ہے جب کہ TeO_2 تکسیدی ایجنٹ ہے۔ EO_2 قسم کے آکسائڈوں کے علاوہ سلفر سیلینیم اور ڈیلیوریم EO_3 قسم کے آکسائڈ بھی بناتے ہیں مثلاً SO_3، SeO_3، TeO_3۔ دونوں قسم کے آکسائڈ کی تیزابی نوعیت کے ہوتے ہیں۔

(iii) ہیلوجن سے تعاملیت (Reactivity towards the Halogens): گروپ 16 کے عناصر EX_6، EX_4 اور EX_2 قسم کے متعدد ہیلائڈ بناتے ہیں جہاں E گروپ کا عنصر ہے اور X ہیلوجن ہے۔ ہیلائڈ کا استحکام $F^- > Cl^- > Br^- > I^-$ ترتیب میں گھٹتا ہے۔ ہیکسا ہیلائڈوں میں صرف ہیکسا فلورائڈ ہی مستحکم ہیلائڈ ہیں۔ سبھی ہیکسا فلورائڈوں کی نوعیت گیسی ہے۔ ان کی ساخت آکٹا ہیڈرل ہے۔ سلفر ہیکسا فلورائڈ SF_6 مثتثنی طور پر مستحکم ہے۔

ٹیٹرا فلورائڈوں میں SF_4 گیس ہے، SeF_4 رقیق ہے اور TeF_4 ٹھوس ہے ان فلورائڈوں میں SP_3d ہائبریڈائزیشن ہے اور اس طرح ان کی ساخت ٹرائی گونل بائی پیرامڈل ہے جس میں ایک خط استوائی پوزیشن پر الیکٹرانوں کا لون پیئر موجود ہوتا ہے۔ اس قسم کی جیومیٹری کو see-saw جیومیٹری بھی کہا جاتا ہے۔

آکسیجن کے علاوہ سبھی عناصر ڈائی کلورائڈ اور ڈائی برومائڈ بناتے ہیں۔ یہ ڈائی ہیلائڈ Sp^3 ہائبریڈائزیشن سے بنتے ہیں اور اسی لیے ان کی ساخت ٹیٹرا ہیڈرل ہوتی ہے۔ مشہور و معروف مونوہیلائڈوں کی نوعیت ڈائی میرک (Dimeric) ہوتی ہے۔ مثالیں ہیں: S_2F_2، S_2Cl_2، S_2Br_2، $Se_2\ Cl_2$ اور $Se_2\ Br_2$۔ یہ ڈائی میرک ہیلائڈ غیر تنابیت کو ظاہر کرتے ہیں جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

$$2Se_2Cl_2 \rightarrow SeCl_4 + 3Se$$

مثال 7.11 H_2Te کے مقابلے میں H_2S کم تیزابی ہے، کیوں؟

حل گروپ میں نیچے کی طرف بانڈ (E-H) تحلیلی توانائی میں کمی کی وجہ سے، تیزابی خصوصیت میں کمی آتی ہے۔

متن پر مبنی سوالات

7.13 سلفر کے اہم ماخذ کی فہرست بنایئے؟

7.14 گروپ 16 کے عناصر کے ہائڈرائڈوں کے حرارتی استحکام کی ترتیب لکھیے؟

7.15 H_2O رقیق اور H_2S گیس کیوں ہے؟

7.11 ڈائی آکسیجن (Dioxygen)

تیاری

تجربہ گاہ میں ڈائی آکسیجن کو مندرجہ ذیل طریقوں سے تیار کیا جاسکتا ہے۔

(i) کلوریٹ، نائٹریٹ اور پرمینگیٹ جیسے آکسیجن پر مشتمل چیزوں کو گرم کر کے

$$2KClO_3 \xrightarrow[MnO_2]{Heat} 2KCl + 3O_2$$

(ii) برق کیمیائی سلسلہ کی نچلی دھاتوں اور کچھ دھاتوں کے اعلیٰ آکسائڈوں کی حرارتی تحلیل کے ذریعے۔

$$2Ag_2O(s) \rightarrow 4Ag(s) + O_2(g); \quad 2Pb_3O_4(s) \rightarrow 6PbO(s) + O_2(g)$$

$$2HgO(s) \rightarrow 2Hg(l) + O_2(g)\ ; \quad 2PbO_2(s) \rightarrow 2PbO(s) + O_2(g)$$

(iii) میگنیز ڈائی آکسائڈ اور دھاتی سفوف جیسے وسیط کے ذریعہ ہائڈروجن پرآکسائڈ تیزی کے ساتھ پانی اور ڈائی آکسیجن میں تحلیل ہوجاتی ہے۔

$$2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(1) + O_2(g)$$

(iv) بڑے پیمانے پر اسے پانی یا ہوا سے تیار کیا جاسکتا ہے۔ پانی کی برق پاشیدگی (Hydrolysis) کے نتیجے میں کیتھوڈ پر ہائڈروجن اور انیوڈ پر آکسیجن حاصل ہوتی ہے۔ صنعتی پیمانے پر ڈائی آکسیجن کو ہوا سے حاصل کیا جاتا

ہے۔ سب سے پہلے ہوا سے کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی کے ابخرات کو علیحدہ کیا جاتا ہے اور اس کے بعد باقی ماندہ گیسوں کی اماعت کی جاتی ہے اور پھر کسری کشید کے ذریعہ ڈائی نائٹروجن اور ڈائی آکسیجن حاصل کی جاتی ہے۔

خصوصیات

ڈائی آکسیجن بے رنگ اور بغیر بو والی گیس ہے۔ پانی میں اس کی حل پذیری 293K پر $100cm^3$ پانی میں $3.08cm^3$ تک ہے جو کہ بحری اور آبی زندگی کی بقا کے لیے مناسب ہے۔ یہ 90K پر رقیق میں تبدیل ہو جاتی ہے اور 55K پر منجمد ہو جاتی ہے۔ اس کے تین مستحکم آئسوٹوپ ہیں۔ ^{16}O، ^{17}O اور ^{18}O الیکٹرانوں کی طاق تعداد کے باوجود سالماتی آکسیجن O_2 پیرامقناطیسی ہے جو کہ اس کی یکتا خصوصیت ہے (کیمسٹری، کلاس XI، اکائی 4 ملاحظہ کیجیے)

چند دھاتوں (مثلاً A_u، Pt) اور کچھ نوبل گیسوں کو چھوڑ کر ڈائی آکسیجن باقی تمام دھاتوں اور غیر دھاتوں سے تعامل کرتی ہے۔ دیگر دھاتوں کے ساتھ اس کا اتحاد بہت زیادہ حرارت زا (Exothermic) ہوتا ہے جو کہ تعامل کو برقرار رکھنے میں معاون ہے۔ تاہم تعامل کو شروع کرنے کے لیے کچھ بیرونی حرارت درکار ہوتی ہے کیونکہ آکسیجن ـ آکسیجن دوہرے بانڈ کی بانڈ تحلیلی توانائی زیادہ ($493.4KJmol^{-1}$) ہے۔

دھاتوں، غیر دھاتوں اور دیگر مرکبات کے ساتھ ڈائی آکسیجن کے تعاملات ذیل میں دیے گئے ہیں۔

$$2Ca + O_2 \rightarrow 2CaO$$

$$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$$

$$P_4 + 5O_2 \rightarrow P_4O_{10}$$

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

$$2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2$$

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

کچھ مرکبات وسیلی اعتبار سے تکسید ہو جاتے ہیں۔ مثلاً

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow{V_2O_5} 2SO_3$$

$$4HCl + O_2 \xrightarrow{CuCl_2} 2Cl_2 + 2H_2O$$

استعمال: تنفس اور احتراق جیسے عام عملوں میں اس کی اہمیت کے ساتھ ساتھ آکسیجن کا استعمال آکسی ایسٹیلین ویلڈنگ میں کئی دھاتوں بالخصوص اسٹیل بنانے میں کیا جاتا ہے۔ اسپتالوں میں بہت زیادہ اونچائی پر پرواز کے دوران اور اونچے پہاڑوں پر آکسیجن کے سلینڈر کا بہت زیادہ استعمال ہے۔ ایندھنوں کا احتراق مثلاً رقیق آکسیجن میں ہائڈرازین کا احتراق راکٹوں کو دھکیلنے میں اہم رول ادا کرتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

7.16 مندرجہ ذیل میں سے کون آکسیجن سے براہ راست تعامل نہیں کرتا؟

Zn, Ti, Pt, Fe

7.17 مندرجہ ذیل تعاملات کو مکمل کیجیے۔

(i) $C_2H_4 + O_2 \rightarrow$

(ii) $4Al + 3\,O_2 \rightarrow$

7.12 سادہ آکسائڈ (Simple Oxides)

دیگر عناصر کے ساتھ آکسیجن کے بائنری (Binary) مرکبات آکسائڈ کہلاتے ہیں۔ جیسا کہ پہلے مذکور ہوا، آکسیجن دوری جدول کے زیادہ تر عناصر کے ساتھ تعامل کرکے آکسائڈ بناتی ہے۔ کئی معاملوں میں ایک عنصر دو یا دو سے زیادہ آکسائڈ بناتا ہے۔ آکسائڈوں کی نوعیت اور خصوصیات ایک دوسرے سے مختلف ہوتی ہیں۔

آکسائڈ سادہ (مثلاً Al_2O_3، MgO) یا مکسڈ (Mixed) (Pb_3O_4، Fe_3O_4) ہوسکتے ہیں۔ سادہ آکسائڈوں کی درجہ بندی ان کی تیزابی، اساسی یا ایمفوٹیر خصوصیت کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔ وہ آکسائڈ جو پانی کے ساتھ تیزاب بناتا ہے تیزابی آکسائڈ کہلاتا ہے مثلاً SO_2، Cl_2O_7، CO_2، N_2O_5۔ مثال کے طور پر SO_2 پانی کے ساتھ تعامل کرکے H_2SO_3 بناتی ہے جو کہ ایک تیزاب ہے۔

$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$$

عمومی قاعدے کے مطابق صرف غیر دھاتی آکسائڈ تیزابی ہوتے ہیں لیکن بہت زیادہ تکسیدی حالت میں کچھ دھاتوں کے آکسائڈ بھی تیزابی خصوصیات کے حامل ہوتے ہیں۔ اساسی آکسائڈ (مثلاً Na_2O، CaO، BaO)

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

عمومی طور پر دھاتی آکسائڈ اساسی ہوتے ہیں۔

کچھ دھاتی آکسائڈ دوہرے طرز عمل کا اظہار کرتے ہیں۔ وہ تیزابی اور اساسی دونوں خصوصیات کو ظاہر کرتے ہیں۔ ایسے آکسائڈ ایمفوٹیرک آکسائڈ کہلاتے ہیں یہ تیزاب اور القلی دونوں سے تعامل کرتے ہیں۔ کچھ ایسے آکسائڈ بھی ہیں جو کہ نہ تو تیزابی ہیں اور نہ ہی اساسی۔ اس قسم کے آکسائڈ تعدیلی آکسائڈ کہلاتے ہیں۔ تعدیلی آکسائڈوں کی مثالیں ہیں CO، NO اور N_2O۔ Al_2O_3 ایسڈ اور القلی دونوں سے تعامل کرتا ہے۔

$$Al_2O_3(s) + 6HCl(aq) + 9H_2O(l) \rightarrow 2[Al(H_2O)_6]^{3+}(aq) + 6Cl^-(aq)$$
$$Al_2O_3(s) + 6NaOH(aq) + 3H_2O(l) \rightarrow 2Na_3[Al(OH)_6](aq)$$

7.13 اوزون (Ozone)

اوزون، آکسیجن کی بہروپی شکل ہے۔ یہ بہت زیادہ متعامل ہے اور سطح سمندر پر کرہ باد میں زیادہ عرصے تک برقرار رہتی ہے۔ 20 کلومیٹر کی اونچائی پر یہ روشنی کی موجودگی میں کرہ باد کے آکسیجن سے بنتی ہے۔ یہ اوزون پرت سطح زمین کو الٹراوائلٹ (UV) کے بہت زیادہ ارتکاز سے محفوظ رکھتی ہے۔

تیاری

جب آکسیجن کی ست اور خشک دھار کو ایک خاموش برقی ڈسچارج سے گزارا جاتا ہے تو اوزون (10%) حاصل ہوتی ہے۔ ماحصل اوزونائزڈ آکسیجن (Ozonised Oxygen) کہلاتا ہے۔

$$3O_2 \rightarrow 2O_3 \ \Delta H^V (298\ K) = +142\ kJ\ mol^{-1}$$

کیونکہ آکسیجن سے اوزون کی تشکیل ایک حرارت خور (Endothemic) عمل ہے لہٰذا اس کی تحلیل روکنے کے لیے اس کی تیاری میں خاموش برقی ڈسچارج کا استعمال ضروری ہے۔

اگر اوزون کا ارتکاز 10 فیصد سے زیادہ مطلوب ہے تو اوزونائزر (Ozoniser) کی بیٹری کا استعمال کیا جاسکتا ہے اور خالص اوزون (b.p.161.1K) رقیق آکسیجن میں رکھے ہوئے برتن میں متکثف کی جاسکتی ہے۔

خصوصیات

خالص اوزون ہلکے نیلے رنگ کی گیس، گہرے نیلے رنگ کا رقیق اور سیاہی مائل بنفشی ٹھوس ہے۔ اوزون کی ایک مخصوص بو ہوتی ہے اور کم ارتکاز میں نقصان دہ نہیں ہے۔ تاہم، اگر ارتکاز 100ppm سے تجاوز کر جائے تو سانس لینے میں دقت محسوس ہونے لگتی ہے جس کی وجہ سے سردرد اور متلی ہونے لگتی ہے۔

آکسیجن کی متناسبیت میں اوزون حرحرکیاتی اعتبار سے غیر مستحکم ہے کیونکہ آکسیجن میں اس کی تحلیل کے نتیجے میں حرارت پیدا ہوتی ہے (ΔH منفی ہے) اور انٹراپی (ΔS مثبت ہے) میں اضافہ ہوتا ہے۔ یہ دونوں اثرات ایک دوسرے کو قوت بہم پہنچاتے ہیں۔ نتیجتاً آکسیجن میں اس کی تبدیلی کے لیے منفی گیس توانائی میں بہت زیادہ تبدیلی آتی ہے۔

اس حالت میں جب یہ Nascent Oxygen کے ایٹم خارج کرتی ہے، ($O_3 \rightarrow O_2 + O$) ایک طاقتور تکسیدی ایجنٹ کے طور پر کام کرتی ہے۔ مثلاً یہ لیڈ سلفائڈ کی لیڈ سلفیٹ میں اور آیوڈائڈ کی آیوڈین میں تکسید کرتی ہے۔

$$PbS(s) + 4O_3(g) \rightarrow PbSO_4(s) + 4O_2(g)$$

$$2I+(aq) + H_2O(l) + O_3(g) \rightarrow 2OH+(aq) + I_2(s) + O_2(g)$$

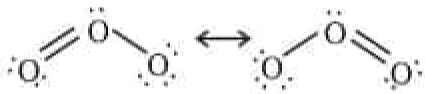
جب اوزون بوریٹ بفر سے بفر شدہ پوٹاشیم آیوڈائڈ محلول (Ph9.2) کی وافر مقدار سے تعامل کرتی ہے تو آیوڈین خارج ہوتی ہے جس کی ٹائریشن سوڈیم تھایوسلفیٹ کے معیاری محلول کے تیئں کی جاسکتی ہے۔ یہ O_3 گیس کے تخمینہ کا مقداری طریقہ ہے۔

تجربات سے ظاہر ہوتا ہے کہ اس طرح نائٹروجن آکسائڈ (بالخصوص نائٹروجن مونوآکسائڈ) اوزون سے بہت تیزی سے تعامل کرتی ہے اور اس طرح اس بات کا امکان بڑھ جاتا ہے کہ سپرسونک جیٹ طیاروں سے خارج ہونے والے نائٹروجن آکسائڈ بالائی کرہ باد میں اوزون کے ارتکاز کو کم کردے۔

$$NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$$

اس اوزون پرت کو ایک اور خطرہ لاحق ہے جو کہ فری آن (Freon) کے استعمال کی وجہ سے ہے۔ فری آن کا استعمال ایروسول اسپرے اور ریفریجرینٹ میں کیا جاتا ہے۔

اوزون سالمہ میں دو آکسیجن ۔ آکسیجن بانڈ کی لمبائیاں مماثل (128 pm) ہیں اور سالمہ زاویائی ہے جیسا کہ امید کی جاتی ہے۔ جس کا بانڈ زاویہ تقریباً 117° ہے۔ یہ دو خاص شکلوں کی گمک مخلوط (resonance Hybrid) ہے۔



استعمال: اس کا استعمال بطور جراثیم کش، مانع تعدیہ (Disinfectant) اور پانی کو اسٹیرلائز کرنے میں کیا جاتا ہے۔ اس کا استعمال تیلوں Ivory آٹا، اسٹارچ وغیرہ کی بلیچنگ میں کیا جاتا ہے۔ پوٹاشیم پرمینگنیٹ کی تیاری میں اس کا استعمال بطور تکسیدی ایجنٹ کیا جاتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

7.18 O_3 ایک طاقتور تکسیدی ایجنٹ کیوں ہے؟

7.19 اوزون (O_3) کا مقداری تخمینہ کس طرح کیا جاتا ہے؟

7.14 سلفر — بہروپی شکلیں (Sulphur — Allotropic Forms)

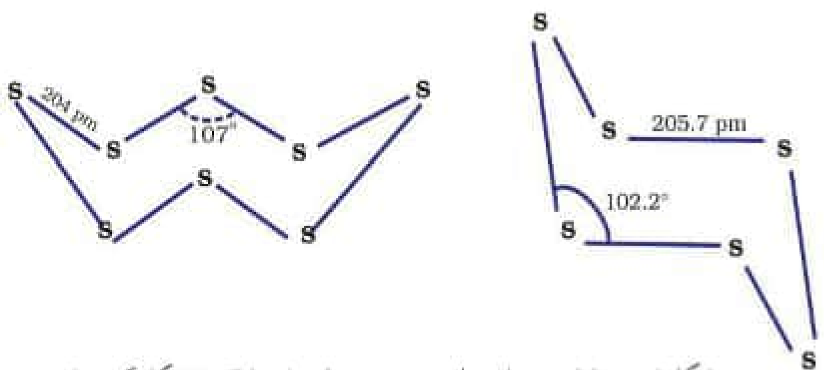
سلفر کئی بہروپی شکلیں تشکیل دیتا ہے جن میں پیلا رہومبک (α-sulphur) اور مونو کلینک (β-sulphur) شکلیں سب سے زیادہ اہم ہیں۔ رہومبک سلفر کمرہ کے درجہ حرارت پر متحکم ہوتا ہے جو کہ 369 K پر گرم ہو کر مونو کلینک سلفر میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

رہومبک سلفر (α-sulphur)

یہ بہروپ پیلے رنگ کا ہوتا ہے جس کا نقطہ گداخت 385.8 K اور نوعی کثافت 2.06 ہے۔ CS_2 میں رول سلفر کے محلول کی تبخیر سے رہومبک سلفر کے کرسٹل بنائے جاتے ہیں۔ یہ پانی میں حل پذیر نہیں ہے لیکن بینزین، الکوحل اور ایتھر میں کچھ حد تک حل پذیر ہے۔ یہ CS_2 میں آسانی سے گھل جاتا ہے۔

مونو کلینک سلفر (β-sulphur)

اس کا نقطہ گداخت 1393 K اور نوعی کثافت 1.98 ہے۔ یہ CS_2 میں حل پذیر ہے۔ سلفر کی اس شکل کو ایک ڈش میں رہومبک سلفر کو گرم کر کے اور قشر بننے تک ٹھنڈا کر کے تیار کیا جاتا ہے۔ قشر میں دو سوراخ بنائے جاتے ہیں اور باقی ماندہ محلول کو ان کے ذریعہ باہر نکال لیا جاتا ہے۔ قشر کو علیحدہ کرنے پر β سلفر کے سوئی نما کرسٹل حاصل ہوتے ہیں۔ یہ 369 K کے اوپر متحکم ہے اور اس درجہ حرارت کے نیچے α سلفر میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ اس کے برعکس α سلفر 369 K سے نیچے متحکم ہے اور اس درجہ حرارت کے اوپر β سلفر میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ 369 K پر دونوں شکلیں متحکم ہیں۔ یہ درجہ حرارت عبوری درجہ حرارت کہلاتا ہے۔



شکل 7.5 : (a) رہومبک سلفر میں S_8 چھلوں اور (b) S_6 شکل کی ساختیں

رہومبک اور مونو کلینک دونوں قسم کے سلفر میں S_8 سالمات ہوتے ہیں یہ S_8 سالمات ایک دوسرے سے منسلک ہوکر مختلف کرسٹل ساختیں تشکیل دیتے ہیں۔ دونوں شکلوں میں S_8 کے چھلے تاج کی شکل میں منسلک ہوتے ہیں۔ سالماتی ابعاد شکل 7.5(a) میں دیے گئے ہیں۔

گذشتہ دو دہائیوں میں ایک چھلہ میں 20-6 سلفر ایٹموں پر مشتمل سلفر کی کئی شکلیں تالیف کی گئی ہیں۔ Cyclo-S_6 میں، چھلہ کرسی کی شکل اختیار کر لیتا ہے اور سالماتی ابعاد شکل 7.5(b) میں دکھائے گئے ہیں۔ اونچے درجہ حرارت (~ 1000 K) پر S_2 ایک dominant شکل ہے اور O_2 کی طرح پیرا مقناطیسی (Paramagnetic) ہے۔

مثال 7.12 سلفر کی کون سی شکل پیرا مقناطیسی طرز عمل کو ظاہر کرتی ہے؟

حل ابخراتی حالت میں سلفر جزوی طور پر S_2 سالمہ کی شکل میں ہوتا ہے جس میں O_2 کی طرح اینٹی بانڈنگ π اربٹل میں بغیر جوڑے کے الیکٹران ہوتے ہیں، اور یہ پیرا مقناطیسی خصوصیت کو ظاہر کرتا ہے۔

7.15 سلفر ڈائی آکسائڈ (Sulphur Dioxide)

جب سلفر کو ہوا یا آکسیجن میں جلایا جاتا ہے تو تھوڑی سی (6-8%) سلفر ٹرائی آکسائڈ کے ساتھ سلفر ڈائی آکسائڈ حاصل ہوتی ہے۔

$$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2\ (g)$$

تجربہ گاہ میں اسے سلفائٹ کا ڈائی لیوٹ سلفیورک ایسڈ سے تعامل کرا کے تیزی سے بنایا جا سکتا ہے۔

$$SO_3^{2-}(aq) + 2H^+\ (aq) \rightarrow H_2O(l) + SO_2\ (g)$$

صنعتی طور پر اسے سلفائڈ کچ دھاتوں کی روسٹنگ کے دوران ضمنی ماحصل کے طور پر حاصل کیا جاتا ہے۔

$$4FeS_2\ (s) + 11O_2\ (g) \rightarrow 2Fe_2O_3\ (s) + 8SO_2\ (g)$$

خشک کرنے کے بعد اونچے دباؤ پر گیس کی اماعت کی جاتی ہے اور اسے اسٹیل کے سلنڈروں میں اسٹور کر لیا جاتا ہے۔

خصوصیات

سلفر ڈائی آکسائڈ بے رنگ گیس ہے جس میں تیز بو آتی ہے۔ یہ پانی میں بہت زیادہ حل پذیر ہے۔ یہ کمرہ کے درجہ حرارت پر 2 atm دباؤ پر رقیق میں تبدیل ہو جاتی ہے اور 263 K پر ابلنے لگتی ہے۔

سلفر ڈائی آکسائڈ کو جب پانی سے گزارا جاتا ہے تو یہ سلفیورس ایسڈ کا محلول بناتی ہے۔

$$SO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2SO_3(aq)$$

یہ سوڈیم ہائڈروکسائڈ محلول سے تیزی کے ساتھ تعامل کرتی ہے اور سوڈیم سلفائٹ بناتی ہے جو کہ سلفر ڈائی آکسائڈ سے مزید تعامل کر کے سوڈیم ہائڈروجن سلفائٹ بناتا ہے۔

$$2NaOH + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$$

$$Na_2SO_3 + H_2O + SO_2 \rightarrow 2NaHSO_3$$

پانی اور القلیوں سے اس کے تعامل میں، سلفر ڈائی آکسائڈ کا طرز عمل کاربن ڈائی آکسائڈ کے مشابہ ہے۔

سلفر ڈائی آکسائڈ چارکول (جو کہ وسیط کے طور پر کام کرتا ہے) کی موجودگی میں کلورین سے تعامل کر کے سلفیورک کلورائڈ SO_2Cl_2 بناتی ہے۔ وینیڈیم (V) آکسائڈ وسیط کی موجودگی میں یہ آکسیجن کے ذریعہ سلفر ٹرائی آکسائڈ میں تکسید ہو جاتی ہے۔

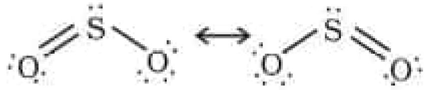
$$SO_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow SO_2Cl_2(l)$$

$$2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{V_2O_5} 2SO_3(g)$$

مرطوب حالت میں سلفر ڈائی آکسائڈ تحویلی ایجنٹ کے طور پر کام کرتی ہے مثال کے طور پر یہ آئرن (III) آینوں کو آئرن (II) آینوں میں تبدیل کر دیتی ہے اور تیزابی پوٹاشیم پرمینگنیٹ (VII) محلول کا رنگ اڑا دیتی ہے۔ موخر الذکر تعامل گیس کے لیے ایک مناسب ٹیسٹ ہے۔

$$2Fe^{3+} + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2Fe^{2+} + SO_4^{2-} + 4H^+$$

$$5SO_2 + 2MnO_4^- + 2H_2O \rightarrow 5SO_4^{2-} + 4H^+ + 2Mn^{2+}$$



SO_2 کا سالمہ زاویائی ہوتا ہے۔ یہ دو مستند (Canonical) شکلوں کی گمک مخلوط ہے۔

استعمال: سلفر ڈائی آکسائڈ کا استعمال (i) پیٹرولیم اور چینی کی ریفائننگ میں کیا جاتا ہے۔ (ii) اون اور ریشم کی بلیچنگ میں کیا جاتا ہے۔ (iii) اینٹی کلور مانع تعدیہ اور تحفظی شے (Preservative) کے طور پر کیا جاتا ہے۔ سلفیورک ایسڈ، سوڈیم ہائڈروجن سلفائٹ اور کیلشیم ہائڈروجن سلفائٹ (صنعتی کیمیکل) کو سلفر ڈائی آکسائڈ سے بنایا جاتا ہے۔ رقیق SO_2 کا استعمال متعدد نامیاتی اور غیر نامیاتی کیمیکل کو حل کرنے کے لیے محلل کے طور پر کیا جاتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

7.20 جب سلفر ڈائی آکسائڈ کو Fe(III) نمک کے آبی محلول سے گزارا جاتا ہے تو کیا ہوتا ہے؟

7.21 SO_2 سالمہ میں بننے والے دو S – O بانڈ کی نوعیت پر تبصرہ کیجیے۔ کیا اس سالمہ میں دونوں بانڈ مساوی ہیں؟

7.22 SO_2 کی موجودگی کی شناخت کس طرح کی جاتی ہے؟

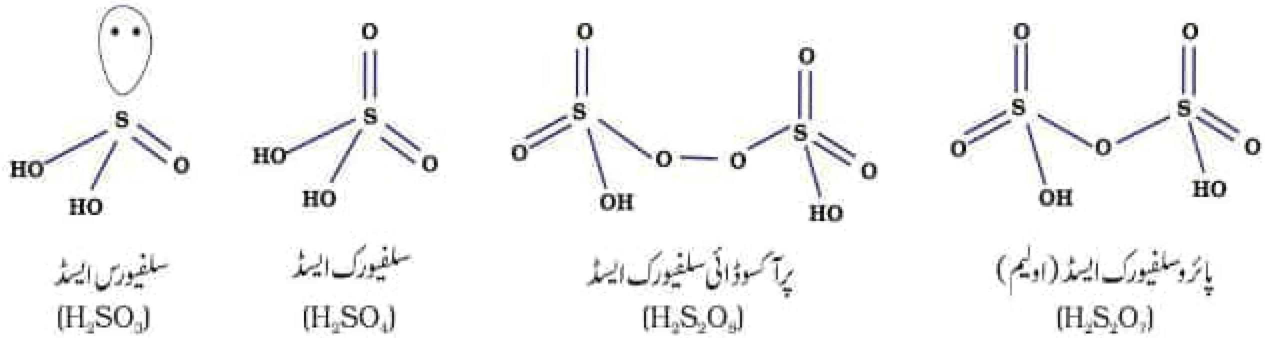
7.16 سلفر کے آکسوایسڈ (Oxoacids of Sulphur)

سلفر متعدد آکسوایسڈ بناتا ہے مثلاً H_2SO_3، $H_2S_2O_3$، $H_2S_2O_4$، $H_2S_2O_5$، $H_2S_xO_6$ (x = 2 to 5)، H_2SO_7، H_2SO_8 ان میں سے کچھ غیر متحکم ہیں اور انھیں علیحدہ نہیں کیا جا سکتا۔ یہ اپنے آبی محلول یا اپنے نمکوں کی شکل میں جانے جاتے ہیں۔ کچھ اہم آکسوایسڈ کی ساختیں شکل 7.6 میں دکھائی گئی ہیں۔

7.17 سلفیورک ایسڈ (Sulphuric Acid)

سلفیورک ایسڈ، دنیا میں صنعتی کیمیکلس میں سب سے اہم کیمیکل ہے۔

سلفیورک ایسڈ کو کانٹیکٹ پراسس (Contact Process) کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔ جو کہ تین مرحلوں میں مکمل ہوتا ہے۔



شکل 7.6 : سلفر کے کچھ اہم آکسوایسڈوں کی ساختیں

(i) SO_2 پیدا کرنے کے لیے سلفر یا سلفائڈ کچ دھاتوں کا ہوا میں احتراق

(ii) V_2O_5 وسیط کی موجودگی میں آکسیجن کے ساتھ تعامل کرا کر SO_2 کی SO_3 میں تبدیلی۔

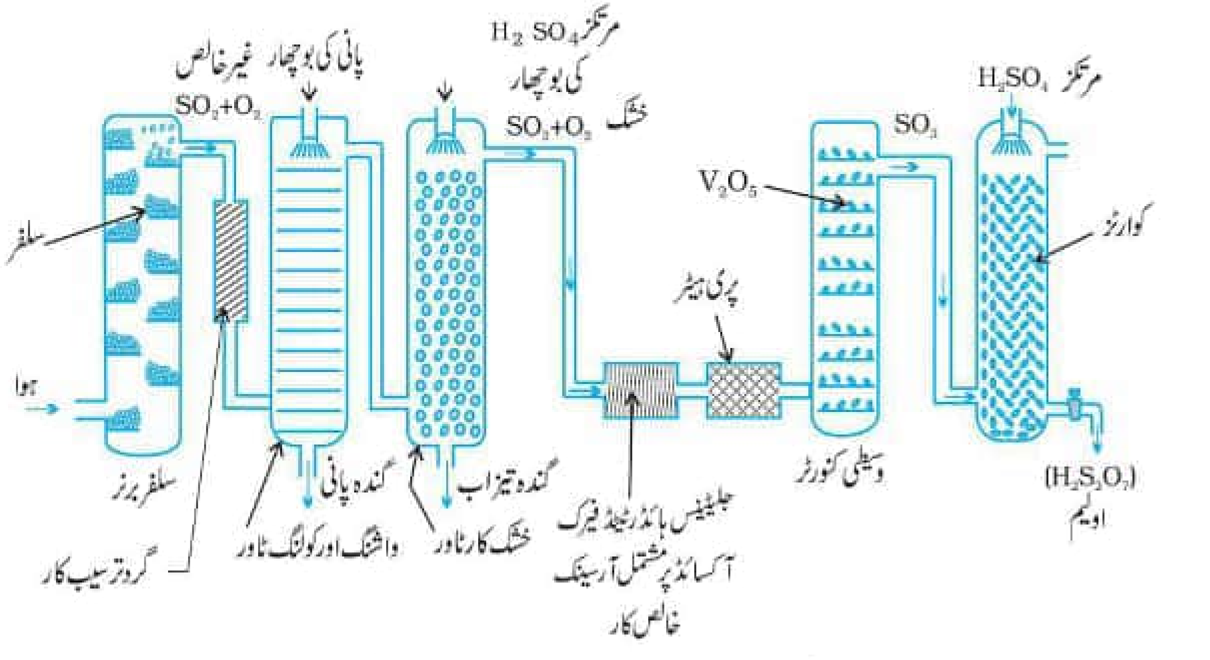
(iii) H_2SO_4 میں SO_3 کا انجذاب جس سے اولیم (Oleum) یعنی $H_2S_2O_7$ حاصل ہوتا ہے۔

سلفیورک ایسڈ بنانے کے لیے فلوڈائی گرام شکل 7.7 میں دکھایا گیا ہے۔ SO_2 میں موجود گرد اور آرسینک مرکبات جیسی ملاوٹوں کو علیحدہ کر کے خالص بنایا جاتا ہے۔

H_2SO_4 کی تیاری میں کلیدی مرحلہ V_2O_5 وسیط کی موجودگی میں SO_2 کی O_2 کے ساتھ وسیطی تکسید ہے جس کے نتیجے میں SO_3 حاصل ہوتی ہے۔

$$2SO_2\,(g) + O_2\,(g) \xrightarrow{V_2O_5} 2SO_3\,(g) \qquad \Delta_r H^\ominus = -196.6\ \text{kJmol}^{-1}$$

یہ تعامل حرارت زا، رجعتی اور فارورڈ تعامل سے حجم میں کمی آتی ہے۔ لہٰذا زیادہ سے زیادہ پیداوار کے لیے کم درجہ حرارت اور زیادہ دباؤ موافق حالات میں لیکن درجہ حرارت بہت کم نہیں ہونا چاہیے۔ نہیں تو تعامل بہت سست ہو جائے گا۔



شکل 7.7 : سلفیورک ایسڈ کی تیاری کا فلو ڈائی گرام

عملی طور پر پلانٹ کو 2 bar دباؤ اور 70 K درجہ حرارت پر جلایا جاتا ہے۔ کیٹلٹک کنورٹر سے حاصل ہونے والی SO_3 گیس کو H_2SO_4 میں جذب کرایا جاتا ہے۔ جس سے اولیم حاصل ہوتا ہے۔ اولیم کو پانی سے ڈائی لیوٹ کر کے مطلوبہ ارتکاز کا H_2SO_4 حاصل ہوتا ہے۔ انڈسٹری میں دو مراحل بہ یک وقت بروئے کار لائے جاتے ہیں۔ تاکہ پراسس کا تسلسل قائم رہے اور لاگت بھی کم آئے۔

$$SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2S_2O_7$$

اولیم

کانٹیکٹ پراسس کے ذریعہ تیار کیا گیا سلفیورک ایسڈ 96-98% تک خالص ہوتا ہے۔

خصوصیات

سلفیورک ایسڈ بے رنگ، کثیف، تیل جیسا رقیق ہے جس کی نوعی کثافت 298 K پر 1.84 ہے۔ ایسڈ 283 K پر منجمد ہو جاتا ہے اور 611 K پر ابلنے لگتا ہے۔ یہ پانی میں حل ہو کر بڑی مقدار میں حرارت پیدا کرتا ہے اس لیے مرتکز سلفیورک ایسڈ سے سلفیورک ایسڈ کا محلول بناتے وقت محتاط رہنا ضروری ہے۔ مرتکز ایسڈ کو پانی میں آہستہ آہستہ ملانا چاہیے اور مسلسل ہلاتے رہنا چاہیے۔

سلفیورک ایسڈ کے کیمیائی تعاملات مندرجہ ذیل خصوصیات کا نتیجہ ہیں۔

(a) کم طیران پذیری (b) مضبوط تیزابی خصوصیت (c) پانی کے تئیں بہت زیادہ افینٹی (d) تکسیدی ایجنٹ کے طور پر کام کرنے کی اہلیت۔ آبی محلول میں سلفیورک ایسڈ دو مرحلوں میں آیونائز ہو جاتا ہے۔

$$H_2SO_4(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + HSO_4^-(aq);\ K_{a_1} = \text{بہت زیادہ}\ (>10)$$

$$HSO_4^-(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + SO_4^{2-}(aq);\ K_{a_2} = 1.2 \times 10^{-2}$$

K_{a_1} کی بہت زیادہ ($K_{a_1} > 10$) کا مطلب ہے کہ H_2SO_4 کی H^+ اور HSO_4^- آیَنوں میں بہت زیادہ تحلیل ہوتی ہے۔ تحلیلی مستقلہ (ka) کی قدر جتنی زیادہ ہوگی ایسڈ اتنا ہی مضبوط ہوگا۔

ایسڈ نمکوں کے دو سلسلے تشکیل دیتا ہے: نارمل سلفیٹ (جیسے سوڈیم سلفیٹ اور کاپر سلفیٹ) اور ایسڈ سلفیٹ (مثلاً سوڈیم ہائڈروجن سلفیٹ)

کم طیران پذیری کی وجہ سے سلفیورک ایسڈ کا استعمال کم طیران پذیر تیزابوں کو ان کے نظیری نمکوں سے بنانے میں کیا جا سکتا ہے۔

$$2\ MX + H_2SO_4 \rightarrow 2\ HX + M_2SO_4\ (X = F, Cl, NO_3)$$

$(M = \text{دھات})$

مرتکز سلفیورک ایسڈ ایک مضبوط ڈی ہائڈریٹنگ ایجنٹ ہے۔ متعدد مرطوب گیسوں کو خشک کرنے کے لیے انھیں سلفیورک ایسڈ سے گزارا جاتا ہے۔ اگرچہ گیسیں تیزاب سے تعامل نہیں کرتی ہیں سلفیورک ایسڈ نامیاتی مرکبات سے پانی کو ہٹا دیتا ہے، کاربوہائڈریٹ پر اس کا چارنگ ایکشن (Charring Action) اس بات کا ثبوت ہے۔

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{H_2SO_4} 12C + 11H_2O$$

گرم مرتکز سلفیورک ایسڈ ایک معتدل قسم کا مضبوط تکسیدی ایجنٹ ہے اس لحاظ سے یہ فاسفورک اور نائٹرک ایسڈ کے درمیان میں ہے۔ دھات اور غیر دھات دونوں ہی مرتکز سلفیورک ایسڈ کے ذریعہ تکسید ہوجاتی ہیں اور خود سلفیورک ایسڈ کی SO_2 میں تحویل ہوجاتی ہے۔

$$Cu + 2\,H_2SO_4(conc.) \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

$$S + 2H_2SO_4(conc.) \rightarrow 3SO_2 + 2H_2O$$

$$C + 2H_2SO_4(conc.) \rightarrow CO_2 + 2\,SO_2 + 2\,H_2O$$

استعمال: سلفیورک ایسڈ ایک نہایت اہم صنعتی کیمیکل ہے۔ کسی ملک کی صنعتی طاقت کا اندازہ اس ملک میں پیدا ہونے والے اور خرچ ہونے والے سلفیورک ایسڈ کی مقدار سے لگایا جاسکتا ہے۔ سینکڑوں قسم کے مرکبات بنانے میں اس کی ضرورت پڑتی ہے اور کئی صنعتی عملوں میں بھی سلفیورک ایسڈ کام میں لایا جاتا ہے۔ بڑی مقدار میں سلفیورک ایسڈ کا استعمال فرٹیلائزر (مثلاً امونیم سلفیٹ، سپر فاسفیٹ) بنانے میں کیا جاتا ہے۔ دیگر استعمال اس طرح ہیں: (a) پیٹرولیم ریفائننگ (b) رنگ، روغن اور رنگ بنانے والے قیمتی ماحصلات (c) ڈٹرجنٹ انڈسٹری (d) فلز کاری عملوں (مثلاً ایمالنگ، برقی ملمع کاری (Electroplating) اور جست کاری (Galvanising) سے پہلے دھاتوں کی صفائی میں (e) اسٹوریج بیٹریاں بنانے میں (f) نائٹروسیلیولوز ماحصلات بنانے میں اور (g) تجربہ گاہ میں ریجنٹ کے طور پر

مثال 7.13

کیا ہوتا ہے، جب

(i) مرتکز H_2SO_4 کو کیلشیم فلورائڈ میں ملایا جاتا ہے۔

(ii) SO_3 کو پانی سے گزارا جاتا ہے۔

حل

(i) یہ ہائڈروجن فلورائڈ بناتا ہے۔

$$CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2HF$$

(ii) یہ SO_3 کو حل کر کے H_2SO_4 بناتا ہے۔

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

متن پر مبنی سوالات

7.23 ایسے تین شعبوں کے نام بتائیے جہاں H_2SO_4 ایک اہم رول ادا کرتا ہے۔

7.24 کانٹیک پراسس کے ذریعہ H_2SO_4 کی زیادہ سے زیادہ پیداوار کے لیے شرائط لکھیے۔

7.25 پانی میں H_2SO_4 کے لیے $K_{a_2} \ll K_{a_1}$ کیوں ہے؟

7.18 گروپ 17 کے عناصر (Group17 Elements)

فلورین، کلورین، برومین، آیوڈین، ایسٹیٹائن اور ٹینیسائن (Tennessine) گروپ 17 کے عناصر ہیں انھیں مجموعی طور پر ہیلوجن (یونانی میں Helo کا مطلب ہے نمک اور Genes کا مطلب ہے پیدا ہونا یعنی سالٹ پروڈیوسر)۔ ہیلوجن بہت زیادہ تعامل پذیر غیر دھاتی عناصر ہیں۔ گروپ 1 اور 2 کے عناصر کی طرح گروپ 17 کے عناصر آپس میں بہت زیادہ یکسانیت کا اظہار کرتے ہیں۔ اتنی زیادہ یکسانیت دوری جدول کے کسی اور گروپ کے عناصر میں نہیں پائی جاتی ہے۔ مزید یہ بھی کہ ان کی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات میں باقاعدہ ترتیب (Regular Gradation) ہے۔ ایسٹیٹائن اور ٹینیسائن تابکار عناصر ہیں۔

7.18.1 وقوع (Occurrence)

فلورین اور کلورین کافی مقدار میں پائی جاتی ہیں جب کہ برومین اور آیوڈین کم مقدار میں پائی جاتی ہیں۔ فلورین خاص طور سے غیر حل پذیر فلورائڈ (فلوسپار CaF_2، کرایولائٹ Na_3AlF_6) اور فلوروپیٹائٹ $3Ca_3(PO_4)_2.CaF_2$ کی شکل میں پائی جاتی ہے یہ مٹی، دریا کے پانی، پودوں، جانوروں کی ہڈیوں اور دانتوں میں بھی بہت تھوڑی مقدار میں موجود ہوتی ہے۔ سمندر کے پانی میں سوڈیم، پوٹاشیم، میگنیشم اور کیلشیم کے کلورائڈ برومائڈ اور آیوڈائڈ موجود ہوتے ہیں لیکن سب سے زیادہ سوڈیم کلورائڈ (کمیت کے اعتبار سے 25%) پایا جاتا ہے۔ سمندر کی خشک تلچھٹ ان مرکبات پر مشتمل ہوتی ہے یعنی سوڈیم کلورائڈ اور کارنیلائٹ $KCl.MgCl_2.6H_2O$ آبی زندگی کی کئی شکلوں کے نظاموں میں آیوڈین پایا جاتا ہے۔ مثلاً متعدد سمندری ویڈ 0.5% آیوڈین پر مشتمل ہوتی ہیں اور چلی سالٹ پیٹر میں 0.2% تک سوڈیم آیوڈیٹ پایا جاتا ہے۔

گروپ 17 کے عناصر ٹینیسائن کے علاوہ، کی اہم ایٹمی اور طبیعی خصوصیات کو ان کے الیکٹرانی شکل کے ساتھ جدول 7.8 میں دیا گیا ہے۔ ٹینیسائن ایک مصنوعی تابکار عنصر ہے۔ اس کی علامت Ts ہے۔ ایٹمی عدد 117، ایٹمی کمیت 294 اور الیکٹرانی تشکل $[Rn]5f^{14}, 6d^{10}, 7s^2, 7p^5$ ہے۔ اس عنصر کی بہت کم مقدار ہی بنائی جاسکتی ہے۔ اس کے علاوہ اس کی نصف زندگی بھی ملی سیکنڈ میں ہے اس وجہ سے اس کی کیمیائی خصوصیات ثابت نہیں ہوسکی ہیں۔ ایٹمی، طبیعی اور کیمیائی خصوصیات کے کچھ رجحانات ذیل میں مذکور ہیں۔

7.18.2 الیکٹرانی تشکل

ان سبھی عناصر کے بیرونی شیل میں سات الیکٹران ہوتے ہیں (ns^2np^5) اس طرح ان میں اپنے سے آگے والی نوبل گیس سے ایک الیکٹران کم ہے۔

7.18.3 ایٹمی اور آئنی نصف قطر

از حد نیوکلیائی چارج کی وجہ سے اپنے متعلقہ پیریڈ میں ہیلوجن کے ایٹمی نصف قطر سب سے چھوٹے ہیں۔ دوسرے پیریڈ کے دیگر عناصر کی طرح فلورین کا ایٹمی نصف قطر نہایت چھوٹا ہے۔ کوانٹم شیل کی تعداد میں اضافہ کی وجہ سے فلورین سے آیوڈین تک ایٹمی اور آئنی نصف قطر میں اضافہ ہوتا ہے۔

7.18.4 آیونائزیشن اینتھالپی

ان میں الیکٹران کو کھونے کا رجحان بہت کم ہوتا ہے۔ اس طرح ان کی آیونائزیشن اینتھالپی بہت زیادہ ہوتی ہے۔ گروپ میں نیچے جانے پر ایٹمی سائز میں اضافہ کی وجہ سے آیونائزیشن اینتھالپی میں کمی آتی جاتی ہے۔

7.18.5 الیکٹران گین اینتھالپی

نظیری ادوار (Periods) میں ہیلوجن کی منفی الیکٹران گین اینتھالپی سب سے زیادہ ہوتی ہے۔ یہ اس حقیقت پر مبنی ہے کہ ان عناصر کے ایٹوں میں مستحکم نوبل گیس میں الیکٹرانی تشکل کے مقابلے ایک الیکٹران کم ہوتا ہے۔ گروپ میں

جدول 7.8 ہیلوجن کی ایٹمی اور طبعی خصوصیات

خصوصیت	F	Cl	Br	I	At[a]
ایٹمی عدد	9	17	35	53	85
ایٹمی کمیت/$g\ mol^{-1}$	19.00	35.45	79.90	126.90	210
الیکٹرانی تشکل	$[He]2s^22p$	$[Ne]3s^23p^5$	$[Ar]3d^{10}4s^24p^5$	$[Kr]4d^{10}5s^25p^5$	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^5$
شریک گرفت نصف قطر/pm	64	99	114	133	-
آئنی نصف قطر X^-/pm	133	184	196	220	-
آیونائزیشن اینتھالپی/$kJ\ mol^{-1}$	1680	1256	1142	1008	-
الیکٹران گین اینتھالپی/$kJ\ mol^{-1}$	4	3.2	3.0	2.7	2.2
برقی منفیت $\Delta_{Hyd}H(X^-)kJ^b\ mol^{-1}$	515	381	347	305	-
	F_2	Cl_2	Br_2	I_2	-
نقطہ گداخت	54.4	172.0	265.8	386.6	-
نقطہ جوش	84.9	239.0	332.5	458.2	-
کثافت	1.5(85)[c]	1.66(203)[c]	3.19(23)[c]	4.94(293)[d]	-
فاصلہ	143	199	228	266	-
بانڈ تحلیل اینتھالپی	158.8	242.8	192.8	151.1	-
$/(kJ\ mol^{-1})\ E^{V}/V^{e}$	2.87	1.36	1.09	0.54	

[a] تابکار؛ [b] پالنگ پیمانہ؛ [c] درجہ حرارت (k) پر رقیق کے لیے قوسین میں دیا گیا ہے؛ [d] ٹھوس؛ [e] نصف سیل تعامل $X_2(g) + 2e^- \rightarrow 2X^-(aq)$

سے کم ہے۔فلورین ایٹم کا سائز چھوٹا ہونے کی وجہ سے ایسا ہوتا ہے۔نتیجتاً فلورین کے نسبتاً چھوٹے 2p ارٹبل میں بہت زیادہ انٹرالیکٹرانک ریلیوں ہوتا ہے اور اس طرح اندر آنے والے الیکٹران بہت زیادہ کشش محسوس نہیں کرتے۔

7.18.6 برقی منفیت

ان کی برقی منفیت بہت زیادہ ہوتی ہے۔گروپ میں نیچے کی طرف برقی منفیت گھٹتی جاتی ہے۔دوری جدول میں فلورین سب سے زیادہ برقی منفی عنصر ہے۔

مثال 7.4

دوری جدول کے متعلقہ ادوار میں ہیلوجن کی منفی الیکٹران گین اینتھالپی سب سے زیادہ ہے۔کیوں؟

حل

اپنے متعلقہ ادوار میں ہیلوجن کا سائز سب سے چھوٹا ہے اور اسی وجہ سے بہت زیادہ موثر نیوکلیائی چارج ہوتا ہے۔نتیجتاً یہ نوبل گیس تشکل اختیار کرنے کے لیے بہت تیزی سے ایک الیکٹران حاصل کر لیتے ہیں۔

7.18.7 طبعی خصوصیات (Physical Properties)

ہیلوجن کی طبعی خصوصیات میں ایک ہموار تغیر پایا جاتا ہے۔فلورین اور کلورین گیسیں ہیں، برومین رقیق ہے اور آیوڈین ٹھوس ہے۔ایٹمی عدد میں اضافہ کے ساتھ ان کے نقطہ گداخت اور نقطہ جوش میں مستقل اضافہ ہوتا ہے۔تمام ہیلوجن

رنگین ہیں۔ مرئی خطہ میں اشعاع کے انجذاب کی وجہ سے ایسا ہوتا ہے جس کے نتیجے میں بیرونی الیکٹران اونچی توانائی کے لیول مشتعل ہوجاتے ہیں۔ اشعاع کا مختلف کوانٹا جذب کرکے یہ مختلف رنگ ظاہر کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر F_2 کا رنگ زرد، Cl_2 کا سبز مائل زرد، Br_2 کا سرخ اور I_2 کا رنگ بینگنی (بنفشی) ہوتا ہے۔ فلورین اور کلورین پانی سے تعامل کرتے ہیں۔ برومین اور آیوڈین پانی میں بہت کم حل پذیر ہیں لیکن کلوروفارم، کاربن ٹیٹرا کلورائڈ، کاربن ڈائی سلفائڈ اور ہائڈروکاربن جیسے متعدد نامیاتی محللوں میں حل پذیر ہیں اور رنگین محلول بناتے ہیں۔

جدول 7.8 سے ہم ایک حیرت انگیز بے قاعدگی نوٹ کرتے ہیں وہ یہ ہے کہ Cl_2 کے مقابلے F_2 کی تحلیل کی انتھالپی کم ہے جب کہ کلورین سے آگے کی طرف X-X بانڈ تحلیل انتھالپی میں متوقع رجحان دیکھا جاسکتا ہے یعنی Cl – Cl > Br – Br > I – I۔ سالمہ کے لون پیئر میں الیکٹران۔الیکٹران دفع نسبتاً زیادہ ہونے کی وجہ سے ایسا ہوتا ہے۔ جہاں پر Cl_2 کے مقابلے ایک دوسرے کے زیادہ نزدیک ہیں۔

مثال 7.15

حالانکہ فلورین کی الیکٹران گین انتھالپی کلورین کے مقابلے کم ہے مگر کلورین کے مقابلے فلورین ایک مضبوط تکسیدی ایجنٹ ہے۔ کیوں؟

حل

یہ اس وجہ سے ہے

(i) F-F بانڈ کی کم تحلیل انتھالپی (جدول 7.8)۔

(ii) -F کی زیادہ ہائڈریشن انتھالپی (جدول 7.8)

7.18.8 کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

تکسیدی حالتیں اور کیمیائی تعاملیت کے رجحانات

تمام ہیلوجن (1-) تکسیدی حالت کو ظاہر کرتے ہیں۔ تاہم کلورین، برومین اور آیوڈین 1+، 3+، 5+ اور 7+ تکسیدی حالتوں کو بھی ظاہر کرتے ہیں جیسا کہ ذیل میں واضح کیا گیا ہے۔

	ns	np	nd	
اسٹیٹ گراؤنڈ میں ہیلوجن ایٹم (فلورین کے علاوہ)	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑		1+ یا 1- تکسیدی حالت کے لیے بغیر جوڑے کا ایک الیکٹران ذمہ دار ہے
پہلی مشتعل حالت	↑↓	↑↓ ↑ ↑	↑	3+ تکسیدی حالت کے لیے 3 بغیر جوڑے کے الیکٹران ذمہ دار ہیں
دوسری مشتعل حالت	↑↓	↑ ↑ ↑	↑ ↑	5+ تکسیدی حالت کے لیے 5 بغیر جوڑے کے الیکٹران ذمہ دار ہیں
تیسری مشتعل حالت	↑↓	↑ ↑ ↑	↑ ↑ ↑	7+ تکسیدی حالت کے لیے 7 بغیر جوڑے کے الیکٹران ذمہ دار ہیں

کلورین، برومین اور آیوڈین کی اونچی تکسیدی حالتوں کا اندازہ اس وقت ہوتا ہے جب ہیلوجن کم اور بہت زیادہ برق منفی فلورین اور آکسیجن ایٹموں کے ساتھ متحد ہوتی ہیں مثلاً انٹر ہیلو جنوں میں، آکسائڈ اور آکسوائڈ میں 4+ اور 6+ تکسیدی حالتیں کلورین اور برومین کے آکسائڈ اور آکسوائڈ میں پائی جاتی ہیں۔ فلورین ایٹم کے ویلنس

شیل میں کوئی بھی d الیکٹران نہیں ہوتا اور اسی لیے اپنے آکٹیٹ میں توسیع نہیں کرسکتا۔ سب سے زیادہ برقی منفی ہونے کی وجہ سے یہ صرف 1- تکسیدی حالت کو ظاہر کرتا ہے۔

سبھی ہیلوجن بہت زیادہ تعامل پذیر ہیں۔ یہ دھات اور غیر دھات دونوں کے ساتھ تعامل کر کے ہیلائڈ بناتے ہیں۔ ہیلوجن کی تعاملیت گروپ میں نیچے کی طرف گھٹتی ہے۔

الیکٹرانوں کا بہت تیزی سے حصول کے پیچھے ہیلوجن کی مضبوط تکسیدی نوعیت کارفرما ہے۔ F_2 مضبوط ترین تکسیدی ہیلوجن ہے اور یہ دیگر ہیلائڈوں کی محلول ہیں اور یہاں تک کہ ٹھوس حالت میں تکسید کردیتی ہے۔ عمومی طور پر ایک ہیلوجن زیادہ ایٹمی عدد والے ہیلائڈ آینوں کی تکسید کرتا ہے۔

$$F_2 + 2X^- \rightarrow 2F^- + X_2 \ (X = Cl, Br \text{ or } I)$$

$$Cl_2 + 2X^- \rightarrow 2Cl^- + X_2 \ (X = Br \text{ or } I)$$

$$Br_2 + 2I^- \rightarrow 2Br^- + I_2$$

آبی محلول میں ہیلوجن کی تکسیدی اہلیت گروپ میں نیچے جانے پر گھٹتی ہے جس کا ثبوت ان کے معیاری الیکٹروڈ مضمر ہیں (جدول 7.8) جو کہ مندرجہ ذیل پیرامیٹر پر منحصر ہیں۔

$$\frac{1}{2}X_2(g) \xrightarrow{1/2\ \Delta_{diss}H^\ominus} X(g) \xrightarrow{\Delta_{eg}H^\ominus} X^-(g) \xrightarrow{\Delta_{hyd}H^\ominus} X^-(aq)$$

ہیلوجنوں کی نسبتی تکسیدی پاور کی مزید وضاحت پانی کے ساتھ ان کے تعامل کے ذریعہ کی جاسکتی ہے۔ فلورین، پانی کی آکسیجن میں تکسید کرتی ہے۔ جب کہ کلورین اور برومین پانی سے تعامل کر کے نظیری ہائڈروفیلک اور ہائڈروفیلس ایسڈ بناتے ہیں۔ پانی کے ساتھ آیوڈین کا تعامل از خود نہیں ہے۔ درحقیقت، تیزابی میڈیم میں آکسیجن کے ذریعہ I^- کی تکسید ہوتی ہے جو کہ فلورین کے ساتھ ہونے والے تعامل کے ٹھیک برعکس ہے۔

$$2F_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4H^+(aq) + 4F^-(aq) + O_2(g)$$

$$X_2(g) + H_2O(l) \rightarrow HX(aq) + HOX(aq)$$

(where X = Cl or Br)

$$4I^-(aq) + 4H^+(aq) + O_2(g) \rightarrow 2I_2(s) + 2H_2O(l)$$

فلورین کا بے ربط طرز عمل (Anomalous behavior of Fluorine)

دوری جدول کے دوسرے پیریڈ میں موجود p بلاک کے دیگر عناصر کی طرح فلورین کئی بے ربط خصوصیات کو ظاہر کرتی ہے۔ مثال کے طور پر فلورین کی آیونائزیشن اینتھالپی، برقی منفیت، بانڈ تحلیل کی اینتھالپی اور الیکٹروڈ مضمر توانائی دیگر ہیلوجن کے متوقع رجحانات کے مقابلے زیادہ ہیں۔ اس کے علاوہ آینی اور شریک گرفت نصف قطر، نقطہ گداخت اور نقطہ جوش نیز الیکٹران گین اینتھالپی توقع سے کافی کم ہے۔ فلورین کے بے ربط طرز عمل کی وجہ اس کا چھوٹا سائز، بہت زیادہ برقی منفیت، کم F-F بانڈ تحلیل اینتھالپی اور ویلنس شیل میں d اربٹل کی عدم دستیابی ہے۔

فلورین کے زیادہ تر معاملات حرارت زا ہیں (کیونکہ یہ دوسرے عناصر کے ساتھ چھوٹے اور مضبوط بانڈ بناتی ہے) یہ صرف ایک آکسوایسڈ بناتی ہے جب کہ دیگر ہیلوجن متعدد آکسوایسڈ بناتے ہیں۔ مضبوط ہائڈروجن بندش کی وجہ سے ہائڈروجن فلورائڈ رقیق (b.p. 293K) ہے۔ HF میں ہائیڈروجن گرفت بنتی ہے کیوں کہ فلورین کی

جسامت بہت چھوٹی اور برق منفیت بہت زیادہ ہوتی ہے۔دیگر ہائڈروجن ہیلائڈ گیسیں جن کی جسامت بڑی اور برق منفیت کم ہوتی ہے گیسیں ہیں۔

(i) ھائڈروجن کے تئیں تعاملیت: سبھی ہیلوجن ہائڈروجن سے تعامل کرکے ہائڈروجن ہیلائڈ بناتے ہیں لیکن ہائڈروجن کے تئیں اَفینٹی فلورین سے آیوڈین تک کم ہوتی جاتی ہے۔ یہ پانی میں حل ہوکر ہائڈروہیلک ایسڈ بناتے ہیں۔ ہائڈروجن ہیلائڈوں کی کچھ خصوصیات جدول7.9 میں دی گئی ہیں۔ان تیزابوں کی تیزابی قوت کی متنوع ترتیب اس طرح ہے:H–F > H–Cl > H–Br > H–I گروپ میں نیچے جانے پر ان ہیلائڈوں کے استحکام میں کمی آتی ہے کیونکہ بانڈ (H-X) تحلیل اینتھالپی H–F > H–Cl > H–Br > H–I کی ترتیب میں گھٹتی ہے۔

جدول7.9 ہائڈروجن ہیلائڈوں کی خصوصیات

خصوصیت	HF	HCl	HBr	HI
نقطہ گداخت/K	190	159	185	222
نقطہ جوش/K	293	189	206	238
بانڈ کی لمبائی (H-X) /pm	91.7	127.4	141.4	160.9
$\Delta_{diss}H^{\ominus}$ /kJ mol^{-1}	574	432	363	295
pK_a	3.2	-7.0	-9.5	-10.0

(ii) آکسیجن کے تئیں تعاملیت: ہیلوجن، آکسیجن کے ساتھ متعدد آکسائڈ بناتے ہیں لیکن ان میں سے زیادہ تر غیر مستحکم ہیں۔فلورین دو آکسائڈ OF_2 اور O_2F_2 بناتی ہے۔تاہم صرف OF_2 ہی 298K پر مستحکم ہے۔ یہ آکسائڈ لازمی طور پر آکسیجن فلورائڈ ہیں کیونکہ فلورین کی برق منفیت آکسیجن کے مقابلے زیادہ ہے۔دونوں ہی مضبوط فلورینٹنگ ایجنٹ ہیں۔ O_2F_2، پلوٹو نیم کی PUF_6 میں تکسید کرتا ہے اور استعمال شدہ نیوکلیائی ایندھن سے PUF_6 کو علیحدہ کرنے کے لیے اس تعامل کا استعمال کیا جاتا ہے۔

کلورین، برومین اور آیوڈین آکسائڈ بناتے ہیں جن میں ان ہیلوجنوں کی تکسیدی حالتیں 1+ سے 7+ تک ہوتی ہیں حرکیاتی اور حرحرکیاتی عوامل مجموعی طور سے ہیلوجنوں کے ذریعہ بننے والے آکسائڈوں کے استحکام کی گھٹتی ہوئی ترتیب I > Cl > Br کی تعمیم کی طرف رہنمائی کرتے ہیں۔آیوڈین کے آکسائڈ کی اعلیٰ مستقلی کی وجہ آیوڈین اور آکسیجن کے درمیان بننے والی گرفت کی اعلیٰ تقطیبیت ہے۔کلورین کے معاملے میں کلورین اور آکسیجن کے درمیان کثیر گرفت بنتے ہیں کیوں کہ اس کے پاس d آربٹل دستیاب ہیں۔اس کی وجہ سے استحکام بڑھ جاتا ہے۔ برومین میں دونوں خصوصیات کی کمی ہوتی ہے لہٰذا برومین کے آکسائڈ کا استحکام سب سے کم ہوتا ہے۔ہیلوجن کے نسبتاً اونچے آکسائڈوں میں نچلے آکسائڈوں کے مقابلے زیادہ استحکام کا رجحان ہوتا ہے۔

کلورین آکسائڈ Cl_2O، ClO_2، Cl_2O_6، اور Cl_2O_7 بہت زیادہ متعامل تکسیدی ایجنٹ ہیں اور دھماکہ کا رجحان ظاہر کرتے ہیں۔ ClO_2 کا استعمال کاغذ کی لگدی اور ٹیکسٹائل نیز واٹر ٹریٹمنٹ میں بلیچنگ ایجنٹ کے طور پر کیا جاتا ہے۔

برومین آکسائڈز BrO_3، BrO_2، Br_2O کمترین مستحکم ہیلوجن آکسائڈ ہیں(وسطی قطار بے قاعدگی) اور صرف کم درجۂ حرارت پر ہی پائے جاتے ہیں یہ بہت مضبوط تکسیدی ایجنٹ ہیں۔

آیوڈائڈ آکسائڈز I_2O_4، I_2O_5، I_2O_7 غیر حل پذیر ٹھوس ہیں اور گرم کرنے پر تحلیل ہوجاتے ہیں۔I_2O_5 بہت اچھا تکسیدی ایجنٹ ہے اور اس کا استعمال کاربن مونو آکسائڈ کے تخمینہ میں کیا جاتا ہے۔

(iii) دھاتوں کے تئیں تعاملیت (Reactivity towards metals) ہیلوجن دھاتوں کے ساتھ تعامل کرکے دھاتی ہیلائڈ بناتے ہیں مثلاً برومین، میگنیشم کے ساتھ تعامل کرکے میگنیشم برومائڈ بناتی ہے۔

$$Mg(s) + Br_2(l) \rightarrow MgBr_2(s)$$

ہیلائڈوں کی آینی خصوصیت میں کمی کی ترتیب MF > MBr > MCl ہے جہاں M یک گرفت دھات ہے۔ اگر دھات ایک سے زیادہ تکسیدی حالتیں ظاہر کرتی ہے تو اونچی تکسیدی حالت میں ہیلائڈ کم تکسیدی حالت کے مقابلے زیادہ شریک گرفتی ہوتے ہیں۔ مثلاً $SnCl_4$، $PbCl_4$، $SbCl_5$ اور UF_6 بالترتیب $SnCl_2$، $PbCl_2$، $SbCl_3$ اور UF_4 کے مقابلے زیادہ شریک گرفت ہیں

(iv) ہیلوجنوں کی دیگر ہیلوجنوں کے تئیں تعاملیت (Reactivity of Halogens towards other Halogens) ہیلوجن، خود اپنے آپ سے تعامل کرکے متعدد مرکبات بناتے ہیں۔ جنھیں XX′، XX′$_3$، XX′$_5$ اور XX′$_7$ قسم کے انٹرہیلوجن کہا جاتا ہے۔ جہاں X بڑے سائز کا ہیلوجن ہے اور X′ نسبتاً چھوٹے سائز کا ہیلوجن ہے۔

مثال 7.16

فلورین صرف 1- تکسیدی حالت کو ظاہر کرتی ہے جب کہ دیگر ہیلوجن 1+، 3+، 5+ اور 7+ تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ تشریح کیجیے۔

حل

فلورین سب سے زیادہ برق منفی عنصر ہے اور کوئی بھی مثبت تکسیدی حالت ظاہر نہیں کرسکتا ہے۔ دیگر ہیلوجنوں کے پاس d اربٹل موجود ہے اس لیے وہ اپنے آکٹیٹ میں توسیع کرسکتے ہیں اور 1+، 3+، 5+ نیز 7+ تکسید حالتوں کو بھی ظاہر کرتے ہیں۔

متن پر مبنی سوالات

7.26 بانڈ تحلیلی اینتھالپی، الیکٹران گین اینتھالپی اور ہائڈریشن اینتھالپی جیسے پیرامیٹر کے مدنظر F_2 اور Cl_2 کی تکسیدی طاقت کا موازنہ کیجیے:

7.27 فلورین کے بے ربط طرز عمل کو ظاہر کرنے کے لیے دو مثالیں دیجیے۔

7.28 سمندر کچھ ہیلوجنوں کا اہم ماخذ ہے۔ تبصرہ کیجیے۔

7.10 کلورین (Chlorine)

کلورین کی کھوج 1774 میں شیلے (Scheele) کے ذریعہ MnO_2 پر HCl کے عمل کے ذریعہ کی گئی۔ 1810 میں ڈیوی نے اس کی ابتدائی نوعیت کا تعین کیا اور اس کے رنگ کی بنیاد پر اس کا نام کلورین تجویز کیا(یونانی

میں Chloros کا مطلب ہے سبز مائل زرد)

تیاری

اسے مندرجہ ذیل کسی بھی طریقے سے بنایا جاسکتا ہے۔

(i) مینگنیز ڈائی آکسائڈ کو مرتکز ہائڈروکلورک ایسڈ کے ساتھ گرم کرکے

$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

تاہم، HCl کی جگہ کھانے کا نمک اور مرتکز H_2SO_4 کے آمیزہ کا استعمال کیا جاسکتا ہے۔

(ii) پوٹاشیم پرمینگنیٹ پر HCl کے عمل سے

$$2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2$$

کلورین کی مینو فیکچرنگ(صنعتی طور پر تیاری)

(i) ڈیکن پراسس(Deacon's Process)723K پر $CuCl_2$(وسیلہ) کی موجودگی میں کرہ باد کی آکسیجن کے ذریعہ ہائڈروجن کلورائڈ کی تکسید ہے۔

$$4HCl + O_2 \xrightarrow{CuCl_2} 2Cl_2 + 2H_2O$$

(ii) الیکٹرولائٹک پراسس (Elecrolytic Process): کلورین کو برائن (مرتکز NaCl محلول) کر برق پاشیدگی(Electrolysis) کے ذریعہ بنایا جاتا ہے۔ کلورین اینوڈ پر خارج ہوتی ہے۔ اسے کئی کیمیائی صنعتوں میں ضمنی ماحصل کے طور پر بھی حاصل کیا جاتا ہے۔

خصوصیات

یہ سبز مائل زرد گیس ہے جس میں سے تیکھی بوآتی ہے۔ یہ ہوا سے 2-5 گنا بھاری ہے۔ اسے بآسانی سبز مائل زرد رقیق میں تبدیل کیا جاسکتا ہے جو کہ 239K پر ابلتا ہے۔ یہ پانی میں حل پذیر ہے۔

کلورین متعدد دھاتوں اور غیر دھاتوں سے تعامل کرکے کلورائڈ بناتی ہے۔

$2Al + 3Cl_2 \rightarrow 2AlCl_3$; $\quad$ $P4 + 6Cl_2 \rightarrow 4PCl_3$

$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$; $\quad$ $S_8 + 4Cl_2 \rightarrow 4S_2Cl_2$

$2Fe + 3Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$;

یہ ہائڈروجن کے تئیں بہت زیادہ افینٹی رکھتی ہے۔ یہ ہائڈروجن پر مشتمل مرکبات سے تعامل کرکے HCl بناتی ہے۔

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$
$$H_2S + Cl_2 \rightarrow 2HCl + S$$
$$C_{10}H_{16} + 8Cl_2 \rightarrow 16HCl + 10C$$

ٹھنڈے اور ڈائی لیوٹ القلیوں کے ساتھ کلورین، کلورائڈ اور ہائپوکلورائٹ کا آمیزہ بناتی ہے لیکن گرم اور مرتکز القلیوں کے ساتھ یہ کلورائڈ اور کلوریٹ بناتی ہے۔

$$2NaOH + Cl_2 \rightarrow NaCl + NaOCl + H_2O$$

(ٹھنڈا اور ڈائی لیوٹ)

$$6NaOH + 3Cl_2 \rightarrow 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$$
(گرم اور مرتکز)

خشک بجھے چونے کے ساتھ یہ بلیچنگ پاؤڈر بناتی ہے۔

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \rightarrow Ca(OCl)_2 + CaCl_2 + 2H_2O$$

بلیچنگ پاؤڈر کی ترتیب $Ca(OCl)_2.CaCl_2.Ca(OH)2.2H_2O$ ہے۔

کلورین، ہائڈروکاربنوں کے ساتھ تعامل کر کے بدل ماحصلات (Substitituition Product) بناتی ہے جو کہ ہائڈروکاربنوں سے سیر ہوتے ہیں اور غیر سیر شدہ ہائڈروکاربنوں کے ساتھ جمع ماحصلات (Addition Products) بنتے ہیں۔

$$CH_4 + Cl_2 \quad CH_3Cl + HCl$$
میتھائل کلورائڈ ایتھین

$C_2H_4 + Cl_2$ کمرہ کے درجۂ حرارت پر $C_2H_2Cl_2$

کلورین پانی کو یوں ہی رکھا رہنے دیں تو HCl اور HOCL بننے کی وجہ سے اس کا زرد رنگ غائب ہو جاتا ہے۔
اسی طرح بننے والا ہائپوکلورس ایسڈ (HOCL) Nascent آکسیجن فراہم کرتا ہے جو کہ کلورین کی بلیچنگ اور تکسیدی خصوصیات کے لیے ذمہ دار ہے۔

(i) کلورین فیرس کی فیرک میں، سلفائٹ کی سلفیٹ میں، سلفرڈائی آکسائڈ کی سلفیورک ایسڈ میں اور آیوڈین کی آیوڈک ایسڈ میں تکسید کرتی ہے۔

$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + Cl_2 \rightarrow Fe_2(SO4)_3 + 2HCl$$
$$Na_2SO_3 + Cl_2 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$
$$SO_2 + 2H_2O + Cl_2 \rightarrow H_2SO_4 + 2HCl$$
$$I_2 + 6H_2O + 5Cl_2 \rightarrow 2HIO_3 + 10HCl$$

(ii) کلورین ایک طاقتور بلیچنگ ایجنٹ ہے، بلیچنگ ایکشن کا سبب تکسید ہے۔
یہ نمی کی موجودگی میں نباتاتی یا نامیاتی مادہ کو بلیچ کر دیتی ہے۔ کلورین کا بلیچنگ اثر مستقل ہے۔

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow 2HCl + O$$
رنگین شے + O ← بے رنگ شے

استعمال: اس کا استعمال (i) کاغذ کی لگدی (کاغذ اور رے رین بنانے کے لیے درکار) کی بلیچنگ میں، کپاس اور ٹیکسٹائل کی بلیچنگ میں (ii) گولڈ اور پلیٹنم کے استخراج میں (iii) رنگ، دوائیں اور CCl_4، $CHCl_3$، DDT، ریفریجرنیٹ وغیرہ جیسے نامیاتی مرکبات بنانے میں (iv) پینے کے پانی کو اسٹیریلائز کرنے (v) فاسفین ($CoCl_2$)، آنسو گیس (CCl_3NO_2)، مسٹرڈ گیس ($ClCH_2CH_2SCH_2CH_2Cl$) جیسی زہریلی گیسوں کو بنانے میں کیا جاتا ہے۔

مثال 7.17 کلورین اور گرم مرتکز NaOH کے درمیان ہونے والے تعامل کی متوازن کیمیائی مساوات لکھیے۔ کیا یہ تعامل ایک غیر متناسبیت تعامل ہے؟ جواز پیش کیجیے۔

حل

$$3Cl_2 + 6NaOH \rightarrow 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$$

جی ہاں، کلورین کی تکسیدی حالت صفر سے 1- اور 5+ تک تبدیل ہوتی ہے۔

متن پر مبنی سوالات

7.29 Cl_2 کے بلیچنگ ایکشن کی وجہ بتائیے

7.30 ایسی دو زہریلی گیسوں کے نام بتائیے جو کلورین سے تیار کی جاسکتی ہیں۔

7.20 ہائڈروجن کلورائڈ (Hydrogen Chloride)

اس ایسڈ کو گلوبر (Glauber) نے 1648 میں کھانے کے نمک کو مرتکز سلفیورک ایسڈ کے ساتھ گرم کر کے بنایا تھا۔ 1810 میں ڈیوی نے بتایا کہ ہائڈروجن اور کلورین کا مرکب ہے۔

تیاری (Preparation)

تجربہ گارہ میں اسے سوڈیم کلورائڈ کو مرتکز سلفیورک ایسڈ کے ساتھ گرم کر کے بنایا جاتا ہے۔

$$Na_2SO_4 + HCl \xrightarrow{823\,K} NaHSO_4 + NaCl$$

$$NaHSO_4 + HCl \xrightarrow{420\,K} NaCl + H_2SO_4$$

HCl گیس کو مرتکز سلفیورک ایسڈ سے گزار کر خشک کیا جاسکتا ہے۔

خصوصیات

یہ ایک بے رنگ اور تیکھی بو والی گیس ہے۔ اسے بآسانی بے رنگ رقیق (b.p.189K) میں تبدیل کیا جاسکتا ہے اور یہ سفید کرسٹلی ٹھوس (F.P.159K) میں منجمد کی جاسکتی ہے۔

$$HCl(g) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq) \quad K_a = 10^7$$

یہ ایک آبی محلول ہے اور اسے ہائڈروکلورک ایسڈ کہتے ہیں۔ تحلیلی مستقلہ (Ka) کی بہت زیادہ قدر اس بات کو ظاہر کرتی ہے کہ یہ پانی میں بہت مضبوط ایسڈ ہے۔ یہ NH_3 سے تعامل کر کے NH_4Cl کا سفید دھواں پیدا کرتا ہے۔

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

جب تین حصے مرتکز HCl اور ایک حصہ مرتکز HNO_3 کی آمیزش کی جاتی ہے تو ایکوار جیا (Aqua Regia) حاصل ہوتا ہے جس کا استعمال سونا، پلیٹنم جیسی نوبل دھاتوں کو حل کرنے میں کیا جاتا ہے۔

$$Au + 4H^+ + NO_3^- + 4Cl^- \rightarrow AuCl_4^- + NO + 2H_2O$$

$$3Pt + 16H^+ + 4NO_3^- + 18Cl^- \rightarrow 3PtCl_6^{2-} + 4NO + 8H_2O$$

ہائڈروکلورک ایسڈ، کمزور ایسڈوں کے نمکوں جیسے کہ کاربونیٹ، ہائڈروجن کاربونیٹ سلفائٹ وغیرہ کی تحلیل کر دیتا ہے۔

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$$

$$Na_2SO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2$$

استعمال: اس کا استعمال (i) کلورین، NH_4Cl اور گلوکوز (مکا کے، اسٹارچ سے) بنانے میں کیا جاتا ہے (ii) ہڈیوں سے گلو (Glue) کے استخراج اور بون بلیک کی تخلیص میں کیا جاتا ہے۔ (iii) دواؤں میں اور تجربہ گاہ میں ریجنٹ کے طور پر کیا جاتا ہے۔

مثال 7.18

جب HCl باریک آئرن پاؤڈر سے تعامل کرتا ہے تو یہ فیرس کلورائڈ بناتا ہے، فیرک کلورائڈ کیوں نہیں بناتا ہے؟

حل

لوہے کے ساتھ اس کے تعامل میں H_2 پیدا ہوتی ہے۔

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$$

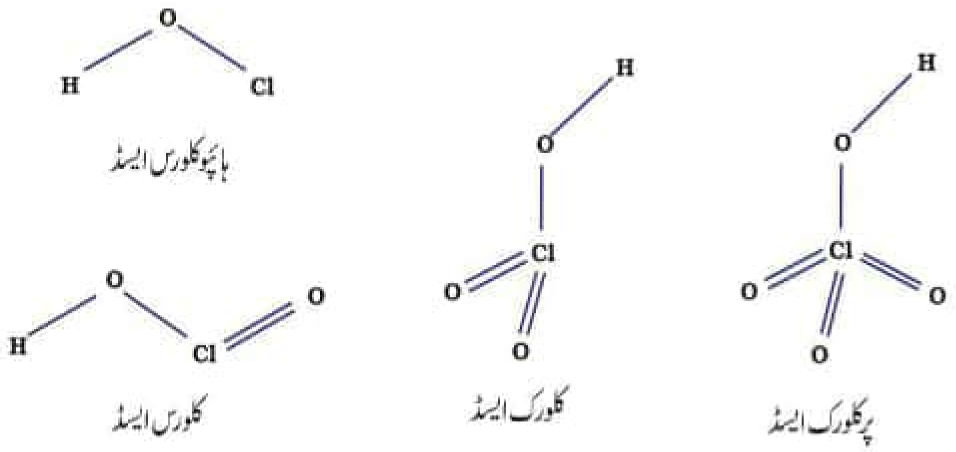
ہائڈروجن کا اخراج فیرک کلورائڈ کے بننے کو روک دیتا ہے۔

7.21 ہیلوجن کے آکسو ایسڈ (Oxoacids of Halogens)

بہت زیادہ برق منفیت اور چھوٹا سائز ہونے کی وجہ سے فلورین صرف ایک آکسو ایسڈ HOF بناتی ہے جسے فلورک (I) ایسڈ یا ہائپوفلورس ایسڈ کہتے ہیں۔ دیگر ہیلوجن متعدد آکسو ایسڈ بناتے ہیں۔ ان میں سے زیادہ تر کو خالص حالت میں علیحدہ نہیں کیا جاسکتا۔ یہ صرف آبی محلولوں اور اپنے نمکوں کی شکل میں ہی مستحکم ہوتے ہیں۔ ہیلوجنوں کے آکسو ایسڈ جدول 7.10 میں دیے گئے ہیں اور ان کی ساختیں شکل 7.8 میں دی گئی ہیں۔

جدول 7.10: ہیلوجنوں کے آکسو ایسڈ

ہیلک (I) ایسڈ (ہائپوہیلس ایسڈ)	HOF (ہائپوفلورس ایسڈ)	HOCl (ہائپوکلورس ایسڈ)	HOBr (ہائپوبروس ایسڈ)	HOI (ہائپوآیوڈس ایسڈ)
ہیلک (III) ایسڈ (ہیلس ایسڈ)	–	HOClO کلورس ایسڈ	–	–
ہیلوک (V) ایسڈ (ہیلک ایسڈ)	–	$HOClO_2$ (کلورک ایسڈ)	$HOBrO_2$ (برومک ایسڈ)	$HOIO_2$ (آیوڈک ایسڈ)
ہیلک (VII) ایسڈ (پرہیلک ایسڈ)	–	$HOClO_3$ (پرکلورک ایسڈ)	$HOBrO_3$ پربرومک ایسڈ	$HOIO_3$ پرآیوڈک ایسڈ



شکل 7.8 : کلورین کے آکسو ایسڈوں کی ساختیں

7.22 انٹر ہیلوجن مرکبات (Interhalogen Compounds)

جب دو مختلف ہیلوجن ایک دوسرے سے تعامل کرتے ہیں تو انٹر ہیلوجن مرکبات بنتے ہیں۔ انھیں ایک عمومی ترکیب XX'، XX_3'، XX_5' اور XX_7' تفویض کی جاسکتی ہے جہاں X بڑے سائز کا ہیلوجن ہے اور X چھوٹے سائز کا ہیلوجن ہے نیز X′ کے مقابلے X زیادہ برقی مثبت ہے۔ جیسے جیسے X اور X′ کے نصف قطر کے درمیان نسبت میں اضافہ ہوتا ہے فی سالمہ ایٹموں کی تعداد میں بھی اضافہ ہوتا جاتا ہے۔ اس طرح آیوڈین (VII) فلورائڈ میں ایٹموں کی تعداد سب سے زیادہ ہونی چاہیے کیونکہ I اور F کے نصف قطر کے درمیان نسبت سب سے زیادہ ہونی چاہیے۔ اسی لیے اس کا فارمولہ IF_7 (ایٹموں کی سب سے زیادہ تعداد) ہے۔

تیاری (Preparation)

انٹر ہیلوجن مرکبات کو براہ راست اتحاد سے یا ہیلوجن اور کمتر انٹر ہیلوجن مرکبات کے درمیان تعامل سے بنایا جاتا ہے۔ بننے والے ماحصلات کچھ مخصوص حالات پر منحصر ہوتے ہیں۔ مثلاً

$$Cl_2 + F_2 \xrightarrow{437K} 2ClF : \quad I_2 + 3Cl_2 \rightarrow 2ICl_3$$

(مساوی حجم) (افراط)

$$Cl_2 + 3F_2 \xrightarrow{573k} 2ClF_3 : \quad Br_2 + 3F_2 \rightarrow 2BrF_3$$

(افراط) (پانی سے ڈائی لیوٹ کیا گیا)

$$I_2 + Cl_2 \rightarrow 2ICl : \quad Br_2 + 5F_2 \rightarrow 2BrF_5$$

(مساوی سالماتی) (افراط)

خصوصیات

انٹر ہیلوجن مرکبات کی کچھ خصوصیات جدول 7.11 میں دی گئی ہیں۔

یہ سبھی شریک گرفت سالمات ہیں اور ڈایا مقناطیسی نوعیت کے حامل ہیں۔ یہ طیران پذیر رقیق یا ٹھوس ہیں سوائے ClF کے جو کہ 298K پر گیس ہے۔ ان کی طبعی خصوصیات اجزائے ترکیبی ہیلوجن کی خصوصیات کے درمیان

جدول 7.11 انٹر ہیلوجن مرکبات کی کچھ خصوصیات

قسم	فارمولہ	طبیعی حالت اور رنگ	ساخت
$XX'1$	ClF	بے رنگ گیس	–
	BrF	ہلکی بھوری گیس	–
	IF^{a}		–
	$BrCl^{b}$	گیس	
	ICl	روبی سرخ ٹھوس (form)	–
		بھورا سرخ ٹھوس (β-form)	–
	IBr	سیاہ ٹھوس	–
$XX'3$	ClF_3	بے رنگ گیس	T شکل میں مڑا ہوا
	BrF_3	پیلا ہرا رقیق	T شکل میں مڑا ہوا
	IF_3	زرد پاؤڈر	T شکل میں مڑا ہوا (?)
	ICl_3^{c}	نارنجی ٹھوس	T شکل میں مڑا ہوا (?)
$XX'5$	IF_5	بے رنگ گیس لیکن 77K سے نیچے ٹھوس	اسکوائر پائرامڈل
	BrF_5	بے رنگ رقیق	اسکوائر پائرامڈل
	ClF_5	بے رنگ رقیق	اسکوائر پائرامڈل
$XX'7$	IF_7	بے رنگ گیس	پینٹا گونل بائی پیرامڈل

[a] بہت زیادہ غیر مستحکم؛ [b] کمرہ کے درجہ حرارت پر خالص ٹھوس : [c] Cl^- برج ڈمر (I_2Cl_6) کی شکل میں ڈائی میرائز

میں ہیں سوائے اس کے ان کے نقطہ جوش اور نقطہ گداخت کے جوکہ توقع سے تھوڑا زیادہ ہیں۔ان کے کیمیائی تعاملات کا موازنہ انفرادی ہیلوجن کے ساتھ کیا جا سکتا ہے۔عمومی طور پر انٹر ہیلوجن مرکبات ہیلوجن (فلورین کو چھوڑ کر) کے مقابلے زیادہ تعامل پذیر ہیں۔اس کی وجہ یہ ہے کہ انٹر ہیلوجن میں X–X' بانڈ ہیلوجن (F–F بانڈ کو چھوڑ کر) میں X–X بانڈ کے مقابلے کمزور ہے۔ یہ ہائڈرولائز ہوکر ہیلائڈ آین بناتے ہیں جوکہ نسبتاً چھوٹے ہیلوجن سے حاصل ہوتے ہیں اور ہائپوفیلائٹ (جب XX') ہیلائٹ (جب XX'_3) اور پرہیلیٹ (جب XX'_7) این آین بناتے ہیں جوکہ نسبتاً بڑے ہیلوجن سے حاصل ہوتے ہیں۔

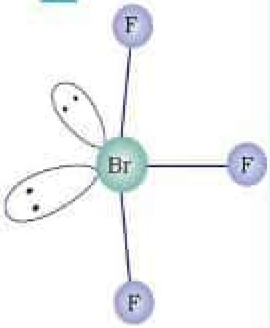
$$XX' + H_2O \rightarrow HX' + HOX$$

ان کی سالماتی ساخت بہت دلچسپ ہے جس کی وضاحت VSEPR نظریہ کی بنیاد پر کی جا سکتی ہے۔(مثال 7.19) XX_3 مرکبات مڑی ہوئی T شکل میں ہوتے ہیں۔ XX5 مرکبات اسکوائر پائرامڈل ہیں اور IF_7 کی ساخت پینٹا گونل بائی پیرامڈل ہے (جدول 7.11)

مثال 7.19

VSEPR نظریہ کی بنیاد پر BrF_3 کی سالماتی شکل سے بحث کیجیے۔

حل



مرکزی ایٹم Br کے ویلنس شیل میں 7 الیکٹران ہیں۔ ان میں سے تین الیکٹران تین فلورین ایٹموں کے ساتھ الیکٹران پیئر بانڈ بناتے ہیں اور 4 الیکٹران باقی رہ جاتے ہیں۔ اس طرح تین بانڈ پیئر اور دولون پیئر ہیں۔ VSEPR نظریہ کے مطابق یہ ٹرائی گونل بائی پیرامڈل کے کونوں پر پوزیشن لیں گے۔ دولون پیئر خط استوائی پوزیشن پر ہوں گے تاکہ لون پیئر لون پیئر اور بانڈ پیئر۔ لون پیئر دفعہ کم سے کم ہوسکے جو کہ بانڈ پیئر بانڈ پیئر دفع کے مقابلہ زیادہ ہوتا ہے۔ اس کے ساتھ ساتھ محوری فلورین ایٹم لون پیئر۔ لون پیئر دفع کو کم کرنے کے لیے خط استوائی فلورین کی جانب جھک جاتا ہے۔ شکل معمولی سے جھکے ہوئے T کی طرح ہوگی۔

استعمال: ان مرکبات کا استعمال غیر آبی محلولوں کے طور پر کیا جاسکتا ہے۔ انٹرہیلوجن مرکبات بہت مفید لفورینیٹنگ ایجنٹ ہیں۔ ClF_3 اور BrF_3 کا استعمال ^{235}U کی افزونی میں UF_6 بنانے میں کیا جاتا ہے۔

$$U(s) + 3ClF_3(l) \rightarrow UF_6(g) + 3ClF(g)$$

متن پر مبنی سوالات

7.31 I_2 کے مقابلے ICl زیادہ تعامل پذیر کیوں ہے؟

7.23 گروپ 18 کے عناصر (Group 18 Elements)

گروپ 18 چھ عناصر پر مشتمل ہے۔ ہیلیم، نی آن، آرگن، کرپٹان، زینان، ریڈان اور آگنیسین (Oganesseon)۔ یہ سبھی گیسیں ہیں اور کیمیائی اعتبار سے تعامل پذیر نہیں ہیں۔ یہ بہت کم مرکبات بناتے ہیں۔ اسی وجہ سے انھیں نوبل گیس کہا جاتا ہے۔

7.23.1 وقوع (Occurrence)

ریڈان اور آگنیسین کے علاوہ باقی سبھی نوبل گیس کرہ باد میں پائی جاتی ہیں۔ خشک ہوا میں یہ حجم کے اعتبار سے ~1% ہوتی ہیں جس میں آرگن سب سے زیادہ ہے۔ ہیلیم اور بعض اوقات نی آن پچ بلینڈ، مونازائٹ، کلیوائٹ جیسی تابکار زنجاد معدنیات میں پائی جاتی ہیں۔ ہیلیم کا اہم تجارتی ماخذ قدرتی گیس ہے۔ زینان اور ریڈان گروپ کے ایسے عناصر ہیں جو بہت ہی کم مقدار میں پائے جاتے ہیں۔ ریڈان کو ^{226}Ra کے روبہ تنزل ماحصل کے طور پر حاصل کیا جاتا ہے۔

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow \ ^{222}_{86}Rn + ^{4}_{2}He$$

آگنیسین، $^{249}_{98}Cf$ ایٹم اور $^{48}_{20}Ca$ آئن کے ٹکراؤ سے مصنوعی طور پر بنائی جاتی ہے۔

$$^{249}_{98}Cf + \ ^{48}_{20}Ca \rightarrow \ ^{294}_{118}Og + 3n$$

آگنیسین کی ایٹمی کمیت 294 اور الیکٹرانک تشکل $[Rn]5f^{14},6d^{10},7s^2,7p^6$ ہے۔ Og کی بہت کم مقدار کو ہی تیار کیا گیا ہے۔ اس کی نصف زندگی 0.7 ملی سیکنڈ ہے لہٰذا اس کی کیمسٹری کے لیے صرف پیشین گوئیاں ہی کی گئی ہیں۔

مثال 7.20

گروپ 18 کے عناصر نوبل گیسیں کیوں کہلاتی ہیں؟

حل

گروپ 18 میں موجود عناصر کے ویلنس شیل اربٹل مکمل بھرے ہوئے ہیں اور اسی لیے مخصوص حالت میں ہی چند عناصر سے تعامل کرتے ہیں۔لہٰذا اب انھیں نوبل گیس کہا جاتا ہے۔

گروپ 18 کے عناصر آرگنیمین کے علاوہ کی اہم ایٹمی اور طبیعی خصوصیات اور ان کے الیکٹرانی تشکل جدول 7.12 میں دیے گئے ہیں۔گروپ کی ایٹمی، طبیعی اور کیمیائی خصوصیات کے رجحانات پر یہاں بحث کی گئی ہے۔

جدول 7.12: گروپ 18 کے عناصر کی ایٹمی اور طبیعی خصوصیات

خصوصیت	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn*
ایٹمی اعدد	2	10	18	36	54	86
ایٹمی کمیت/ $mgol^{-1}$	4.00	20.18	39.95	83.80	131.30	222.00
الیکٹرانی تشکل	$1s_2$	$[He]2s^2 2p^6$	$[Ne]\ 3s^2 3p^6$	$[Ar]\ 3d^{10} 4s^2 4p^6$	$[Kr]\ 4d^{10} 5s^2 5p^6$	$[Xe]4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^6$
ایٹی نصف قطر/pm	120	160	190	200	220	-
آیونائزیشن اینتھالپی/ kJmol-1	2372	2080	1520	1351	1170	1037
الیکٹران گین اینتھالپی /kJmol-1	48	116	96	96	77	68
کثافت STP)/gcm–3	1.8×10^{-4}	9.0×10^{-4}	1.8×10^{-3}	3.7×10^{-3}	5.9×10^{-3}	9.7×10^{-3}
نقطہ گداخت /K	–	24.6	83.8	115.9	161.3	202
نقطہ جوش /K	4.2	27.1	87.2	119.7	165.0	211
کرہ باد میں موجودگی حجم کے اعتبار سے فیصدی	5.24×10^{-4}	–	1.82×10^{-3}	0.934	1.14×10^{-4}	8.7×10^{-6}

7.23.2 الیکٹرانی تشکل

سبھی نوبل گیسوں کا عمومی الیکٹرانی تشکل ns^2np^6 ہے سوائے، ہیلیم کے جس کا الیکٹرانی تشکل $1S^2$ ہے (جدول 7.12)۔نوبل گیسوں کی متعدد خصوصیات بشمول ان کی جامد نوعیت کا سبب ان کی بند شیل ساخت کو سمجھا جاتا ہے۔

7.23.3 آیونائزیشن اینتھالپی

مستحکم الیکٹرانی تشکل کی وجہ سے یہ گیسیں بہت زیادہ آیونائزیشن اینتھالپی ظاہر کرتی ہیں۔تاہم گروپ میں نیچے کی طرف ایٹمی سائز میں اضافہ ہونے پر یہ کم ہوتی جاتی ہے۔

7.23.4 ایٹمی نصف قطر

گروپ میں نیچے کی طرف ایٹمی عدد میں اضافہ کے ساتھ ایٹی نصف قطر میں اضافہ ہوتا جاتا ہے۔

7.23.5 الیکٹران گین اینتھالپی

کیونکہ نوبل گیسوں کا الیکٹرانی تشکل مستحکم ہے اس لیے ان میں الیکٹران کو حاصل کرنے کا رجحان نہیں ہوتا لہٰذا ان کی الیکٹرانی گین اینتھالپی کی قدریں بہت زیادہ مثبت ہوتی ہیں۔

طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

سبھی نوبل گیسیں ایک ایٹم ہیں۔یہ بے رنگ، بغیر ذائقہ اور بغیر بو والی گیسیں ہیں۔یہ پانی میں بہت کم حل پذیر ہیں۔

ان کے نقطہ گداخت اور نقطہ جوش بہت کم ہوتے ہیں کیونکہ ان عناصر میں بین ایٹمی باہمی عمل صرف ایک ہی قسم کا ہے اور وہ ہے کمزور انتشاری قوتیں۔ ہیلیم کا نقطہ جوش ابھی تک معلوم تراشا میں سب سے کم (4.2K) ہے۔ اس میں ایک غیر معمولی خصوصیت بھی موجود ہے اور وہ یہ ہے کہ ہیلیم تجربہ گاہ میں عام طور سے استعمال ہونے والے مادوں جیسے ربر، کانچ یا پلاسٹک سے ہو کر نفوذ کر جاتی ہے۔

مثال 7.21 نوبل گیسوں کے نقطہ جوش بہت کم کیوں ہیں۔

حل نوبل گیس ایک ایٹمی ہونے کی وجہ سے ان میں بین ایٹموں قوتیں نہیں ہوتیں سوائے کمزور انتشاری قوتوں کے لہٰذا بہت کم درجہ حرارت پر ہی ان کی اماعت ہوجاتی ہے۔ اس طرح ان کے نقطہ جوش کم ہیں۔

کیمیائی خصوصیات (Chemical Properties)

عام طور سے نوبل گیسیں بہت کم تعامل پذیر ہیں۔ کیمیائی تعاملیت کے تئیں ان کا جمود (Inertness) مندرجہ ذیل وجوہات پر مبنی ہے۔

(i) ہیلیم کے علاوہ باقی تمام نوبل گیسوں کے ویلنس شیل میں مکمل بھرا ہوا ns^2np^6 الیکٹرانی تشکل ہے۔

(ii) ان کی آیونائزیشن اینتھالپی اور مثبت الیکٹران گین اینتھالپی بہت زیادہ ہے۔

جب سے نوبل گیسوں کی کھوج ہوئی ہے ان کی تعاملیت کی تفتیش وقتاً فوقتاً ہوتی رہی ہے۔ لیکن مرکبات بنانے کے لیے ان کا تعامل کرانے کی تمام کوششیں چند برسوں تک ناکام رہیں۔ مارچ 1962 میں نیل برٹیلٹ (Neil Bart lelt) جو اس وقت یونیورسٹی آف برٹش کولمبیا میں تھے نوبل گیس کے تعامل کا مشاہدہ کیا۔ سب سے پہلے انھوں نے ایک سرخ رنگ کا مرکب تیار کیا جس کا فارمولا $O_2^+PtF_6^-$ تھا۔ اس کے بعد اس نے مانا کہ سالماتی آکسیجن کی فرسٹ آیونائزیشن اینتھالپی ($1175\ kJmol^{-1}$) زینان کی فرسٹ آیونائزیشن اینتھالپی کے لگ بھگ مماثل تھی ($1170\ kJmol^{-1}$) اس نے Xe کے ساتھ اس قسم کے مرکبات بنانے کی کوشش کی اور ایک اور سرخ رنگ کا مرکب $Xe^+PtF_6^-$ بنانے میں کامیاب ہو گیا جسے زینان اور PtF_6 کے درمیان تعامل سے بنایا گیا ہے۔ اس کھوج کے بعد فلورین اور آکسیجن جیسے بہت زیادہ برقی منفی عناصر کے ساتھ زینان کے متعدد مرکبات کی تالیف کی گئی۔

کرپٹان کے مرکبات بہت تھوڑے ہی ہیں۔ صرف ڈائی فلورائڈ (KrF_2) کا تفصیلی مطالعہ کیا گیا ہے۔ ریڈان کے مرکبات علیحدہ نہیں کیے جاسکے لیکن صرف ریڈیو ٹریسر تکنیک کے ذریعہ ان کی شناس کی گئی (مثلاً RnF_2) Ne، Ar یا He کے حقیقی مرکبات ابھی تک معلوم نہیں ہیں۔

(a) زینان۔ فلورین مرکبات (Xenon-fluorine compounds)

مناسب تجرباتی حالات کے تحت عناصر کے براہ راست تعامل سے زینان تین بائنری فلورائڈ $Ze\ F_2$، $Ze\ F_4$ اور $Ze\ F_6$ بناتا ہے۔

$$Xe\,(g) + F_2\,(g) \xrightarrow{673K,\ 1bar} XeF_2(s)$$

زنین کی زیادہ مقدار ہے

$$Xe\,(g) + 2F_2\,(g) \xrightarrow{873\ K,\ 7\ bar} XeF_4(s)$$

(1:5 ratio)

$$Xe\,(g) + 3F_2\,(g) \xrightarrow{573\,K,\ 60\text{–}70bar} XeF_6(s)$$
(1:20 ratio)

XeF_6 کو 143 K پر XeF_4 اور O_2F_2 کے باہمی عمل سے بھی بنایا جاتا ہے۔

$$XeF_4 + O_2F_2 \rightarrow XeF_6 + O_2$$

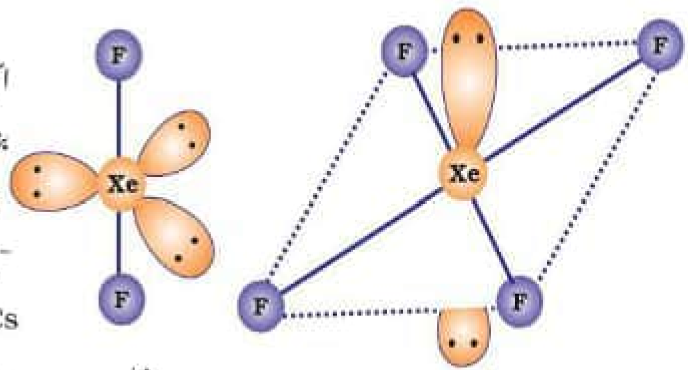
XeF_2، XeF_4 اور XeF_6 بے رنگ کرسٹلی ٹھوس ہیں اور 298 K پر ان کی بہت جلد تصعید ہو جاتی ہے۔ یہ طاقتور فلورینیٹنگ ایجنٹ ہیں۔ یہ بہت تھوڑے سے پانی میں بھی ہائڈرولائز ہو جاتے ہیں مثال کے طور پر XeF2 ہائڈرولائز ہو کر Xe، HF اور O_2 بناتا ہے۔

$$2XeF_2\,(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2Xe\,(g) + 4\,HF(aq) + O_2(g)$$

زینان کے تینوں فلورائڈوں کی ساخت کو VSEPR تھیوری کی بنیاد پر اخذ کیا جا سکتا ہے اور انھیں شکل 7.9 میں دکھایا گیا ہے۔ XeF_2 اور XeF_4 کی ساخت بالترتیب خطی اور اسکوائر پلینر ہے۔ XeF_6 میں سات الیکٹران جوڑے (6 بندشی جوڑے اور ایک لون پیئر) ہوتے ہیں اور اس طرح اس کی ساخت مسخ شدہ آکٹا ہیڈرل ہوگی جیسا کہ گیسی حالت میں تجرباتی طور پر دیکھا گیا ہے۔

زینان فلورائڈ، فلورائڈ آئن حصول کار سے تعامل کر کے کیٹ آئنی اسپیشیز بناتے ہیں اور فلورائڈ آئن معطی سے تعامل کر کے فلورو این آئن بناتے ہیں۔

$$XeF_2 + PF_5 \rightarrow [XeF]^+ [PF_6]^-;$$
$$XeF_4 + SbF_5 \rightarrow [XeF_3]^+ [SbF_6]^-$$
$$XeF_6 + MF \rightarrow M^+ [XeF_7]^- \ (M = Na, K, Rb\ or\ Cs$$



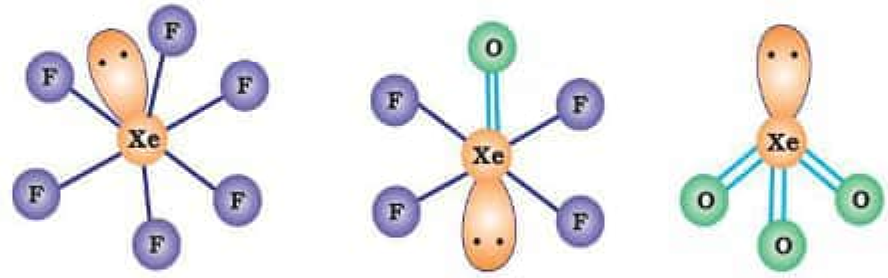
(a) خطی (b) اسکوائر پلینر

(b) زینان آکسیجن مرکبات

XeF_4 اور XeF_6 پانی کے ساتھ ہائڈرولائز ہو کر XeO_3 بناتے ہیں۔

$$6XeF_4 + 12\ H_2O \rightarrow 4Xe + 2XeO_3 + 24\ HF + 3\ O_2$$
$$XeF_6 + 3\ H_2O \rightarrow XeO_3 + 6\ HF$$

XeO_3 ایک بے رنگ دھماکہ خیز ٹھوس ہے۔ اس کی سالماتی ساخت پیرامڈل ہوتی ہے (شکل 7.9)۔ XeO_4 بے رنگ طیران پذیر رقیق ہے اور اس کی ساخت اسکوائر پیرامڈل ہے (شکل 7.9)



(c) مسخ شدہ آکٹاہیڈرل (d) اسکوائر پائرامڈل (e) پائرامڈل

شکل 7.9: (a) XeF_2 (b) XeF_4 (c) XeF_6 (d) $XeOF_4$ اور (e) XeO_3 کی ساختیں

مثال 7.22 کیا XeF_6 کی آب پاشیدگی ایک ریڈاکس تعامل ہے؟

حل جی نہیں، ہائڈرولسس کے ماحصلات $XeOF_4$ اور XeO_2F_4 اور XeO_2F_2 ہیں جہاں تمام عناصر کی تکسیدی حالتیں وہی ہیں جو کہ تعامل کی حالت میں تھیں۔

استعمال: ہیلیم ایک غیر احتراق پذیر اور ہلکی گیس ہے۔ اسی لیے اس کا استعمال موسمیاتی مشاہدات کے لیے غباروں میں بھرنے کے لیے کیا جاتا ہے اس کا استعمال Gas-Cooled نیو کلیائی ری ایکٹروں میں بھی کیا جاتا ہے۔ رقیق ہیلیم (b.p. 4.2 K) کا استعمال کم درجہ حرارت پر انجام دیے جانے والے تجربات میں کرایوجینک ایجنٹ کے طور پر کیا جاتا ہے۔ اس کا استعمال طاقتور سپر کنڈکٹنگ مقناطیس تیار کرنے اور انھیں برقرار رکھنے میں کیا جاتا ہے یہ مقناطیس طبی تشخیص میں استعمال ہونے والے جدید NMR اسپیکٹرو میٹر اور MRI (Magnetic Resonance Imaging) نظاموں کا لازمی جزو ہیں۔ اس کا استعمال غوطہ خوری کے جدید آلات میں آکسیجن کو ڈائی لیوٹ کرنے میں کیا جاتا ہے کیونکہ یہ خون میں بہت کم حل پذیر ہے۔

نی آن کا استعمال تشہیر کے لیے فلوریسنٹ بلبوں اور ڈسچارج ٹیوب میں کیا جاتا ہے۔ نی آن بلبوں کا استعمال بوٹینکل گارڈن اور سبز گھروں میں کیا جاتا ہے۔

آرگن کا استعمال اونچے درجہ حرارت پر انجام دیے جانے والے فائز کاری عملوں میں جامد کرہ باد فراہم کرنے میں کیا جاتا ہے۔ (دھات یا بھرتوں کی آرک ویلڈنگ) اسے بجلی کے بلبوں میں بھی بھرا جاتا ہے۔ تجربہ گاہ میں اس کا استعمال ایسی اشیا کے استعمال میں کیا جاتا ہے جو کہ ہوا کے تئیں حاس ہوتی ہیں۔

زینان اور کرپٹان کا کوئی اہم استعمال نہیں ہے۔ ان کا استعمال خاص مقصد کے لیے بنائے گئے لائٹ بلبوں میں کیا جاتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

7.32 غوطہ خوری کے آلات میں ہیلیم کا استعمال کیوں کیا جاتا ہے؟

7.33 مندرجہ ذیل مساوات کو متوازن کیجیے۔ $XeF_6 + H_2O \rightarrow XeO_2F_2 + HF$

7.34 ریڈان کی کیمسٹری کا مطالعہ مشکل کیوں ہے؟

خلاصہ

دوری جدول کے گروپ 13 تا 18 p بلاک عناصر پر مشتمل ہیں جن کا ویلنس شیل الیکٹرانی تشکل ns^2np^{1-6} ہے۔ گروپ 13 اور 14 کا مطالعہ گیارہویں جماعت میں کیا گیا تھا۔ اس اکائی میں p بلاک کے باقی گروپوں میں بحث کی گئی۔

گروپ 15 پانچ عناصر پر مشتمل ہے جن کے نام ہیں N، P، As، Sb اور Bi جن کا عمومی الیکٹرانی تشکل ns^2np^3 ہے۔ چھوٹا سائز، خود اپنے اور آکسیجن یا کاربن جیسے بہت زیادہ برق منفی ایٹموں کے ساتھ pπ-pπ کثیر بانڈ کی تشکیل اور اپنے ویلنس شیل کی توسیع کے لیے d ارٹبل کی عدم دستیابی کی وجہ سے نائٹروجن اس گروپ کے باقی عناصر سے مختلف ہے۔ گروپ 15 کے عناصر اپنی خصوصیات میں Gradation ظاہر کرتے ہیں۔ یہ ہائڈروجن، آکسیجن اور ہیلوجن سے تعامل کرتے ہیں۔ یہ +3 اور +5 دو اہم تکسیدی حالتوں میں ظاہر کرتے ہیں لیکن +3 تکسیدی حالت، جامد جفتہ اثر کی وجہ سے بھاری عناصر کے موافق ہے۔

ڈائی نائٹروجن کو تجربہ گاہ میں اور صنعتی پیمانے پر بنایا جاسکتا ہے۔ یہ مختلف تکسیدی حالتوں میں N_2O، NO، N_2O_3، NO_2، N_2O_4 اور N_2O_5 جیسے آکسائڈ بناتی ہے۔ یہ آکسائڈ کمک ساختوں کے حامل ہیں اور ان میں کثیر بانڈ پائے جاتے ہیں۔ امونیا کو بڑے پیمانے پر ہیبر پراسس کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔ HNO_3 ایک اہم صنعتی کیمیکل ہے۔ یہ مضبوط مونو بیسک ایسڈ اور طاقتور تکسیدی ایجنٹ ہے۔ دھاتیں اور غیر دھاتیں مختلف حالات میں HNO_3 سے تعامل کرکے NO یا NO_2 بناتی ہیں۔

فاسفورس کی عنصری شکل P_4 ہے۔ یہ کئی بہروپی شکلوں (Allotropic Forms) میں پایا جاتا ہے۔ یہ ہائڈرائڈ بناتا ہے جو کہ ایک زہریلی گیس ہے۔ یہ PX_3 اور PX_5 دو قسم کے ہیلائڈ PH_3 بناتا ہے۔ PCl_3 کو سفید فاسفورس اور کلورین کے تعامل سے بنایا جاتا ہے جب کہ PCl_5 کو SO_2Cl_2 کے ساتھ فاسفورس کے تعامل سے بنایا جاتا ہے۔ فاسفورس متعدد آکسوایسڈ بناتا ہے۔ P-O- گروپوں کی تعداد کی بنیاد پر ان کی اساسیت مختلف ہوتی ہے۔ وہ آکسوایسڈ جن میں P-H بانڈ ہوتے ہیں اچھے تحویلی ایجنٹ ہیں۔

گروپ 16 کے عناصر کا عمومی الیکٹرانی تشکل ns^2np^4 ہے۔ یہ زیادہ سے زیادہ تکسیدی حالت 6+ ظاہر کرتے ہیں۔ گروپ 16 کے عناصر کی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات میں Gradation کا مشاہدہ کیا جاسکتا ہے۔ تجربہ گاہ میں ڈائی آکسیجن کو MnO_2 کی موجودگی میں $KClO_3$ کو گرم کرکے بنایا جاتا ہے۔ یہ دھاتوں کے ساتھ کئی آکسائڈ بناتی ہے۔ آکسیجن کی بہروپی شکل O_3 ہے جو کہ بہت زیادہ تکسیدی ایجنٹ ہے۔ سلفر متعدد بہروپی شکلیں تشکل دیتا ہے۔ ان میں سے سلفر کی x اور B شکلیں سب سے زیادہ اہم ہیں۔ سلفر، آکسیجن سے تعامل کرکے SO_2 اور SO_3 جیسے آکسائڈ بناتا ہے۔ SO_2 کو سلفر اور آکسیجن کے براہ راست اتحاد سے بنایا جاتا ہے۔ SO_2 کا استعمال H_2SO_4 بنانے میں کیا جاتا ہے۔ سلفر متعدد آکسوایسڈ بناتا ہے جن میں سے H_2SO_4 سب سے اہم ہے۔ اسے کانٹیکٹ پراسس کے ذریعہ بنایا جاتا ہے۔ یہ ڈی ہائڈریٹنگ اور تکسیدی ایجنٹ ہے۔ اس کا استعمال کئی مرکبات بنانے میں کیا جاتا ہے۔

دوری جدول کا گروپ 17، F، Cl، Cl، B، I اور At جیسے عناصر پر مشتمل ہے۔ یہ عناصر انتہائی تعامل پذیر ہیں اور اسی لیے یہ صرف متحد حالت میں ہی پائے جاتے ہیں۔ ان عناصر کی مشترک تکسیدی حالت 1- ہے۔ تاہم اونچی تکسیدی حالت 7+ بھی دیکھی جاسکتی ہے۔ یہ طبیعی اور کیمیائی خصوصیات میں باقاعدہ Gradation ظاہر کرتے ہیں۔ یہ آکسائڈ، ہائڈروجن ہیلائڈ انٹرہیلوجن مرکبات اور آکسوایسڈ بناتے ہیں۔ کلورین کو HCl اور $KMnO_4$ کے تعامل سے بآسانی بنایا جاسکتا ہے۔ NaCl کو مرتکز H_2SO_4 کے ساتھ گرم کرکے HCl بنایا جاتا ہے۔ ہیلوجن آپس میں تعامل کرکے انٹر ہیلوجن مرکبات بناتے ہیں جو کہ XX^1_n قسم کے ہوتے ہیں (n=1,3,5,7) جہاں X^1، X کے مقابلے ہلکا ہوتا ہے۔ ہیلوجن کے متعدد آکسوایسڈ معلوم ہیں۔ ان آکسوایسڈوں کی ساخت میں ہیلوجن مرکزی ایٹم کی حیثیت رکھتے ہیں جو کہ ہر ایک معاملے میں ایک OH بانڈ (X-OH) سے منسلک رہتا ہے۔ کچھ معاملوں میں X=O بانڈ بھی پائے جاتے ہیں۔

دوری جدول کا گروپ 18 نوبل گیسوں پر مشتمل ہے۔ ان کا ویلنس شیل الیکٹرانی تشکل ns^2np^6 (ہیلیم کو چھوڑ کر جن کا تشکل 152 ہے)۔ Rn کے علاوہ یہ سبھی گیسیں کرہ باد میں پائی جاتی ہیں Rn کو ^{226}Ra کے رو بہ تنزل ماحصل کے طور پر حاصل کیا جاتا ہے۔

بیرونی شیل کا آکٹیٹ مکمل ہونے کی وجہ سے ان میں مرکبات بنانے کا رجحان بہت کم ہوتا ہے۔ مخصوص حالات کے تحت زینان کے فلورین اور آکسیجن کے ساتھ عمدہ خصوصیات کے حامل مرکبات بنائے جاسکتے ہیں۔ ان گیسوں کے متعدد استعمال ہیں۔ آرگن کا استعمال جامد کرہ باد فراہم کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ ہیلیم کا استعمال موسمیاتی مشاہدات کے لیے کام میں آنے والے غباروں میں بھرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ نیان کا استعمال ڈسچارج ٹیوب اور فلوریسنٹ بلبوں میں کیا جاتا ہے۔

مشقیں

7.1 گروپ 15 کے عناصر کی عمومی خصوصیت پر ان کے الیکٹرانی تشکل، تکسیدی حالت ایٹمی سائز، آیونائزیشن اینتھالپی اور برقی منفیت کے حوالے سے بحث کیجیے؟

7.2 نائٹروجن کی تعاملیت فاسفورس سے مختلف کیوں ہے؟

7.3 گروپ 15 کے عناصر کی کیمیائی تعاملیت کے رجحانات پر بحث کیجیے۔

7.4 NH_3 ہائڈروجن بانڈ بناتی ہے جب کہ PH_3 نہیں بناتی۔ کیوں؟

7.5 تجربہ گاہ میں نائٹروجن کو کس طرح بنایا جاتا ہے؟ ملوث کیمیائی تعامل کی مساوات لکھیے۔

7.6 امونیا کو صنعتی پیمانے پر کس طرح بنایا جاتا ہے؟

7.7 وضاحت کیجیے کہ کاپر دھات HNO_3 سے تعامل کر کے کس طرح مختلف ماحصلات بناتی ہے؟

7.8 NO_2 اور N_2O_5 کی گمگ ساختیں بنائیے۔

7.9 HNH کی زوایہ قدر HPH، HAsH اور HSbH زاویوں کے مقابلے زیادہ ہے۔ کیوں؟

(اشارہ: NH_3 میں sp^3 مخلوطیت نیز ہائڈروجن اور گروپ کے دیگر عناصر کے درمیان صرف S-P بندش کی بنیاد پر واضح کیا جاسکتا ہے۔)

7.10 $R_3P=0$ کا وجود ہے جب کہ $R_3N=0$ (R الکائل گروپ ہے) کا نہیں۔ کیوں؟

7.11 وضاحت کیجیے کہ NH_3 اساسی ہے جب کہ BH_3 بہت معمولی اساسی ہے۔

7.12 نائٹروجن دو ایٹمی سالمہ کی شکل میں پایا جاتا ہے اور فاسفورس p_4 کی شکل میں پایا جاتا ہے۔ کیوں؟

7.13 سفید فاسفورس اور سرخ فاسفورس کی خصوصیات کے درمیان اہم فرق لکھیے۔

7.14 نائٹروجن، فاسفورس کے مقابلے کم کیٹینیشن خصوصیات کو ظاہر کرتی ہے۔

7.15 H_3PO_3 کا غیر متناسبیت تعامل لکھیے۔

7.16 کیا PCl_3 تکسیدی ایجنٹ کے ساتھ ساتھ تحویلی ایجنٹ کے طور پر بھی کام کر سکتا ہے؟

7.17 الیکٹرانی تشکل، تکسیدی حالت اور ہائڈرائڈوں کی تشکیل کے لحاظ سے O، S، Se، Te اور Po کو دوری جدول کے ایک ہی گروپ میں رکھا گیا ہے۔ اس بیان کی حمایت میں دلائل دیجیے۔

7.18 ڈائی آکسیجن گیس کیوں ہے جب کہ سلفر ٹھوس ہے؟

7.19 $O \rightarrow O^-$ اور $O \rightarrow O^{2-}$ کی الیکٹران گین اینتھالپی کی قدریں بالترتیب -141 اور $702\ kJ\ mol^{-1}$ ہیں۔ O^- پر مشتمل نہ ہوکر O^{2-} پر مشتمل بہت زیادہ تعداد میں آکسائڈوں کی تشکیل کی آپ کیا وجہ بتا سکتے ہیں؟

7.20 کون سے ایروسول اوزون کو پتلا کرتے ہیں؟

7.21 کانٹیکٹ پراسس کے ذریعہ H_2SO_4 بنانے کا طریقہ بیان کیجیے۔

7.22 SO_2 ہوا میں کس طرح آلودگی پھیلاتی ہے؟

7.23 ہیلوجن مضبوط تکسیدی ایجنٹ کیوں ہیں؟

7.24 واضح کیجیے کہ فلورین صرف آکسوایسڈ HoF ہی کیوں بناتی ہے؟

7.25 واضح کیجیے کہ تقریباً یکساں برقی منفیت کی حامل آکسیجن اور کلورین میں سے آکسیجن ہائڈروجن بانڈ بناتی ہے جب کہ کلورین نہیں۔ کیوں؟

7.26 ClO_2 کے دو استعمال لکھیے۔

7.27 ہیلوجن رنگین کیوں ہیں؟

7.28 F_2 اور Cl_2 کے پانی کے ساتھ تعامل لکھیے۔

7.29 آپ Cl_2 کو HCl اور HCl کو Cl_2 کس طرح تیار کر سکتے ہیں؟ صرف تعاملات لکھیے۔

7.30 Xe اور PtF_6 کے درمیان تعامل کرانے کے لیے N.Bartlet کو کس چیز نے تحریک دی۔

7.31 مندرجہ ذیل میں فاسفورس کی تکسیدی حالتیں کیا ہیں؟

(i) H_3PO_3 (ii) PCl_3 (iii) Ca_3P_2 (iv) Na_3PO_4 (v) POF_3

7.32 مندرجہ ذیل کی متوازن مساواتیں لکھیے۔

(i) NaCl کو MnO_2 کی موجودگی میں سلفیورک ایسڈ کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے۔

(ii) پانی میں NaI کے محلول میں کلورین گیس کو گزارا جاتا ہے۔

7.33 زینان کے کلورائڈز XeF_2، XeF_4 اور XeF_6 کس طرح حاصل کیے جاتے ہیں؟

7.34 ClO^- کس تعدیلی سالمہ کے آئسوالیکٹرانک ہے؟ کیا یہ سالمہ لیوئس اساس ہے؟

7.35 XeO_3 اور $XeOF_4$ کس طرح بنائے جاتے ہیں؟

7.36 مندرجہ ذیل کو ہر ایک سیٹ کی خصوصیت کے اعتبار سے ترتیب دیجیے۔

(i) F_2, Cl_2, Br_2, I_2 - بڑھتی ہوئی بانڈ تحلیل اینتھالپی

(ii) HF, HCl, HBr, HI، بڑھتی ہوئی تیزابی طاقت

(ii) NH_3, PH_3, AsH_3, SbH_3, BiH_3 بڑھتی ہوئی اساسی طاقت

7.37 مندرجہ ذیل میں کس کا وجود نہیں ہے؟

(i) $XeOF_4$ (ii) NeF_2 (iii) XeF_2 (iv) XeF_6

7.38 اس نوبل گیس اسپیشز کا فارمولہ اور ساخت بیان کیجیے جو

(i) ICl_4^- (ii) IBr_2^- (iii) BrO_3^- کے ہم ساختی ہے۔

7.39 نوبل گیسوں کے ایٹمی سائز نسبتاً زیادہ کیوں ہوتے ہیں؟

7.40 نی آن اور آرگن گیسوں کے استعمال کی فہرست بنایئے۔

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات

7.1 تکسیدی حالت جتنی زیادہ مثبت ہوگی، قوت تقطیب بھی اتنی ہی زیادہ ہوگی نتیجتاً مرکزی ایٹم اور دوسرے ایٹم کے درمیان بننے والے بانڈ کی شریک گرفت خصوصیات میں اضافہ ہوگا۔

7.2 کیونکہ BH_3، گروپ 15 کے ہائڈرائڈوں میں سب سے کم مستحکم ہے۔

7.3 مضبوط $P\pi$-$P\pi$ اوورلیپنگ کی وجہ سے N=N تہرا بانڈ بنتا ہے۔

7.6 N_2O_5 کی ساخت اس بات کا ثبوت ہے کہ نائٹروجن کی کوویلنسی 4 ہے

7.7 دونوں میں sp_3 مخلوطیت ہے۔ PH_4^+ میں سبھی چاروں اربٹل بندش میں شامل ہیں جب کہ PH_3 میں p پر الیکٹرانوں کا ایک لون پیئر ہے۔ جو کہ PH_3 میں لون پیئر۔ بانڈ پیئر دفع کے لیے ذمہ دار ہے اور بانڈ زاویہ 109°28' سے کم ہوتا ہے۔

7.10 $PCl_5 + H_2O \rightarrow POCl_3 + 2HCl$

7.11 H_3PO_4 کے سالمہ میں تین P-OH گروپ موجود ہوتے ہیں۔ لہٰذا اس کی اساسیت تین ہے۔

7.15 آکسیجن کا چھوٹا سائز اور بہت زیادہ برقی منفیت کی وجہ سے پانی کے سالمات، ہائڈروجن بندش سے بہت زیادہ وابستہ ہوتے ہیں۔ جو کہ اس کی رقیق حالت کی وجہ ہے۔

7.21 دونوں S-O بانڈ شریک گرفت ہیں اور گمگ ساختوں کی وجہ سے مساوی طاقت رکھتے ہیں۔

7.25 H_2SO_4 پانی میں نہایت مضبوط تیزاب ہے۔ H_3O^+ اور HSO_4^- تک پہلی آیونائزیشن کی وجہ سے H_3O^+ اور $SO_4 2^-$ تک HSO_4^- کا آیونائزیشن بہت کم ہے۔ اسی لیے $K_{a_2} << K_{a_1}$

7.31 عمومی طور پر، انٹرہیلوجن مرکبات X-X^1 بانڈ کے مقابلے X-X بانڈ کے کمزور ہونے کی وجہ سے انٹرہیلوجن مرکبات، ہیلوجن کے مقابلے زیادہ تعامل پذیر ہوتے ہیں۔ اسی لیے I_2 کے مقابلے ICl زیادہ تعامل پذیر ہے۔

7.34 ریڈان ایک تابکار عنصر ہے جس کی نصف عمر بہت مختصر ہے اسی لیے ریڈان کی کیمسٹری کا مطالعہ ایک مشکل امر ہے۔

یونٹ

8

d اور f بلاک عناصر
(The *d*- and *f*-Block Elements)

آئرن کاپر، سلور اور سونا اور عبوری دھاتوں میں سے ھیں جنھوں نے انسانی تہذیب کی ترقی میں اہم رول ادا کیا ھے۔ Th، Pa اور U جیسی اندرونی عبوری عناصر جدید دور میں نیوکلیائی توانائی کے بہترین مآخذھیں

دوری جدول کا d بلاک گروپ 3 تا 12 کے عناصر پر مشتمل ہے جس میں چاروں طویل ادوار (periods) میں سے ہر ایک میں *d* ارٹبل بتدریج بھرے ہوتے ہیں۔ *f* بلاک عناصر وہ عناصر ہیں جن میں 4*f* اور 5*f* ارٹبل بتدریج بھرے ہوئے ہیں۔ ان کو دوری جدول میں سب سے نیچے علیحدہ قطار میں رکھا گیا ہے۔ عبوری دھاتیں اور اندرونی عبوری دھاتیں جیسے نام عموماً بالترتیب *d* اور *f* بلاک کے عناصر کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ عبوری دھاتوں کے خاص طور سے 4 سلسلے ہیں، 3*d* سلسلہ (Sc سے Zn تک) 4*d* سلسلہ (Y سے cd تک) اور 5*d* سلسلہ (La سے اور Hf سے Hg تک اور چوتھا 6*d* سلسلہ جو کہ Ac سے شروع ہوتا ہے اور عناصر Rt سے Cn تک۔

اندرونی عبوری دھاتوں کے دو سلسلے 4f Cs سے Lu اور 5f Th سے Lt تک بالترتیب لینتھینائڈ (lanthanoids) اور ایکٹینائڈ (actinoids) کہلاتے ہیں۔

ابتدا میں یہ نام عبوری دھاتیں اس حقیقت سے نکلا ہے کہ ان کی کیمیائی خصوصیات S۔ بلاک اور P بلاک عناصر کے درمیان عبوری ہیں۔ اب آئی یو پی اے سی (IUPAC) کے مطابق عبوری عناصر کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ جن عناصر کے تعدیل ایٹم یا آئن میں نامکمل d۔ آربٹل ہوتے ہیں۔ گروپ 12 کے زنک، کیڈیم اور مرکزی اپنی مشترک تکسیدی حالتوں اور گراؤنڈ اسٹیٹ میں مکمل d^{10} تشکل رکھتے ہیں اور اسی لیے انہیں عبوری دھاتیں تصور نہیں کیا جاتا۔ تاہم عبوری سلسلہ بالترتیب 3*d*، 4*d* اور 5*d* کے آخری تین ممبران ہونے کی وجہ سے ان کی کیمسٹری کا مطالعہ عبوری دھاتوں کی کیمسٹری کے ساتھ کیا جاتا ہے۔ ان کے

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- دوری جدول میں d اور f عناصر کے مقام کے بارے میں سیکھ سکیں۔
- عبوری (*d* بلاک) اور اندرونی عبوری (f بلاک) عناصر کے الیکٹرانی تشکل کو سمجھ سکیں۔
- الیکٹروڈ مضمر قدروں کی شکل میں مختلف تکسیدی حالتوں کے نسبتی استحکام کی اہمیت سمجھ سکیں۔
- $K_2Cr_2O_7$ اور $KMnO_4$ جیسے کچھ اہم مرکبات کی تیاری، خصوصیات، ساخت اور استعمال کا بیان کر سکیں۔
- d اور f بلاک عناصر کی عمومی خصوصیات اور ان میں عمومی افقی اور گروپ رجحانات کو سمجھ سکیں۔
- f بلاک عناصر کی خصوصیات کا بیان کر سکیں گے نیز لینتھینائڈ اور ایکٹینائڈ کا ان کے الیکٹرانی تشکل، تکسیدی حالتیں اور کیمیائی طرز عمل کی نسبت سے موازنہ کر سکیں۔

ایٹموں میں جزوی طور پر بھرے ہوئے d اور f ارٹبل کی موجودگی کی وجہ سے عبوری عناصر اوران کے مرکبات کا مطالعہ غیرعبوری عناصر گروپ کے عناصر سے علیحدہ کیا جاتا ہے۔تاہم، گرفت کے عام نظریہ کا اطلاق جو کہ غیرعبوری گروپ عناصر پر ہوتا ہے عبوری عناصر پر بھی اس کا اطلاق کامیابی کے ساتھ ہوتا ہے۔

متعدد بیش قیمتی دھاتیں جیسے چاندی، سونا اور پلیٹنم نیز لوہا، کاپر اور ٹائٹینم جیسی صنعتی اہمیت کی حامل دھاتیں عبوری دھاتوں سے تعلق رکھتی ہیں۔

اس اکائی میں، ہم سب سے پہلے عبوری دھاتوں کے الیکٹرانی تشکل، وقوع اور عمومی خصوصیات کا ذکر کریں گے اور عبوری دھاتوں کی پہلی قطار (3d) کی خصوصیات میں رجحانات اور کچھ اہم مرکبات کی تیاری اور خصوصیات پر زیادہ زور دیا جائے گا۔اس کے بعد اندرونی عبوری دھاتوں کے کچھ عام پہلوؤں جیسے الیکٹرانی تشکل، تکسیدی حالتیں اور کیمیائی تعاملیت پر غور کیا جائے گا۔

عبوری عناصر (d بلاک) (The Transition Elements (*d*-Block))

8.1 دوری جدول میں مقام (Position in the Periodic Table)

d بلاک دوری جدول کے ایک بڑے مڈل سیکشن پر مشتمل ہے جو کہ s اور 'p' بلاک کے درمیان میں ہے۔d بلاک کے عناصر کو 'عبوری' نام اس لیے دیا گیا ہے کیونکہ یہ s اور 'b' بلاک عناصر کے درمیان میں واقع ہیں۔ان کے ایٹموں میں آخری سے پہلے انرجی لیول کے 4d ارٹبل میں الیکٹران حاصل کیے جاتے ہیں جس سے عبوری دھاتوں کی چار قطاریں تشکیل پاتی ہیں یعنی 3d، 4d، 5d اور 6d۔عبوری عناصر کے ان سلسلوں کو جدول 8.1 میں دکھایا گیا ہے۔

8.2 'd' بلاک عناصر کا الیکٹرانی تشکل (Electronic Configurations of the d-Block Elements)

عمومی طور پر ان عناصر کا طور پر الیکٹرانی تشکل $(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$ ہے۔(n-1) اندرونی d ارٹبل کو ظاہر کرتا ہے جس میں 1 سے 10 تک الیکٹران ہو سکتے ہیں اور سب سے باہری ns ارٹبل میں ایک یا دو الیکٹران ہو سکتے ہیں۔تاہم اس تعمیم میں کچھ استثنیٰ بھی ہیں کیونکہ $(n-1)d$ اور ns ارٹبل کی توانائی میں معمولی فرق ہوتا ہے۔مزید یہ کہ نصف اور مکمل بھرے ہوئے ارٹبل کے سیٹ نسبتاً زیادہ مستحکم ہیں۔اس فیکٹر کے نتیجے کی عکاسی 3d سیریز میں Cr اور Cu کے الیکٹرانی تشکل میں ہوتی ہے۔مثال کے طور پر Cr کے کیس پر غور کیجیے جس کا الیکٹرانی تشکل $3d^4s^2$ کے بجائے $3d^5s^1$ ہے، ارٹبل کے دو سیٹوں (3d اور 4s) کے درمیان توانائی فرق اتنا کم ہے کہ وہ الیکٹرانوں کو 3d ارٹبل میں داخل ہونے سے روکنے کے لیے کافی ہے۔اسی طرح Cu کے معاملے میں تشکل $3d^{10}4s^1$ ہے $3d^94s^2$ نہیں۔ عبوری عناصر کا بیرونی الیکٹرانی تشکل جدول 8.1 میں دکھایا گیا ہے۔

جدول 8.1 عبوری عناصر کا بیرونی الیکٹرانی تشکل (گراؤنڈ اسٹیٹ)

پہلی سیریز										
Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Sc	
30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	Z
2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	4s
10	10	8	7	6	5	5	3	2	1	3d

دوسری سیریز

Z	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
Z	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
5s	2	2	1	1	1	1	1	0	1	2
4d	1	2	4	5	6	7	8	10	10	10

تیسری سیریز

	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
Z	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80
6s	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
5d	1	2	3	4	5	6	7	9	10	10

چوتھی سیریز

	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	M6	Ds	Rg	Cn
Z	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112
7s	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
6d	1	2	3	4	5	6	7	8	10	10

Zn، Cd، Hg اور Cn کی الیکٹرانی تشکل کے باہری آربٹل کو جنرل فارمولہ $(n-1)d^{10}ns^2$ سے ظاہر کیا گیا ہے۔ ان عناصر میں ارٹبل ان کی گراؤنڈ اسٹیٹ اور مشترک تکسیدی حالتوں میں مکمل طور پر بھرے ہوئے ہیں۔ لہٰذا انہیں عبوری عناصر تصور نہیں کیا جاتا۔

عبوری عناصر کے d ارٹبل دیگر ارٹبل (s اور p) کے مقابلے میں ایٹم کی باہری سطح سے باہر نکلے ہوئے ہوتے ہیں اسی لیے یہ اطراف کے ایٹموں کے ذریعہ زیادہ متاثر ہوتے ہیں اور اپنے آس پاس کے ایٹموں کو متاثر کرتے ہیں۔

عبوری دھاتیں اور ان کے مرکبات وسطی خصوصیات اور پیرا مقناطیسی طرز عمل کا اظہار کرتے ہیں۔ ان تمام خصوصیات سے اس اکائی میں بعد میں بحث کی گئی ہے۔

غیر عبوری گروپ عناصر کے مقابلے عبوری عناصر کی خصوصیات میں بہت زیادہ افقی یکسانیت موجود ہیں۔ تاہم گروپ میں کچھ یکسانیت بھی پائی جاتی ہیں۔ ہم سب سے پہلے عام خصوصیات اور افقی قطاروں (بالخصوص 3d قطار) میں ان کے رجحانات کا مطالعہ کریں گے اور پھر کچھ گروپ خصوصیات پر غور کیا جائے گا۔

مثال 8.1 کس بنیاد پر آپ کہہ سکتے ہیں کہ اسکینڈیم (Z=21) ایک عبوری عنصر ہے۔ لیکن جستہ (Z=30) نہیں؟

حل اسکینڈیم ایٹم کے معاملے میں اس کی گراؤنڈ اسٹیٹ (3d) میں 3d ارٹبل کے نامکمل بھرا ہونے کی وجہ سے، اسے عبوری عنصر تصور کیا جاتا ہے۔ اس کے برعکس زنک ایٹم میں اس کی گراؤنڈ اسٹیٹ اور تکسیدی حالت دونوں میں d ارٹبل مکمل طور سے بھرا ہوا ہے $(3d^{10})$۔ اس لیے اسے عبوری عنصر تسلیم نہیں کیا جاتا۔

متن پر مبنی سوالات

8.1 سلورایٹم میں اس کی گراؤنڈ اسٹیٹ میں d ارٹبل مکمل طور سے بھرا ہوا ہے ($4d^{10}$)۔ آپ کیسے کہہ سکتے ہیں کہ یہ عبوری عنصر ہے؟

درج ذیل سیکشن میں ہم صرف پہلی عبوری قطار کے عناصر کی خصوصیات کا مطالعہ کریں گے

8.3 عبوری عناصر (d بلاک) کی عمومی خصوصیات (General Properties of the Transition Elemenst (de-Block)

8.3.1 (Physical Properties)

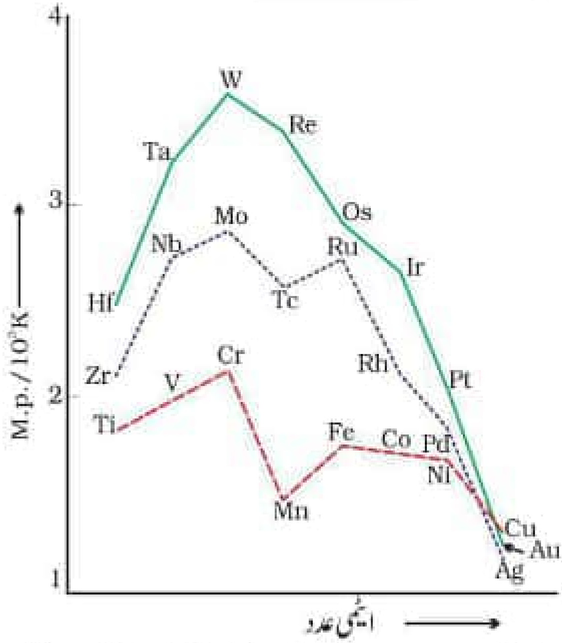
تقریباً تمام عبوری عناصر بہت زیادہ تناؤ کی قوت (high tensile strength)، تار پذیری (lity Cluctitity))، ورق پذیری (malleability)، بہت زیادہ حرارتی اور برقی ایصالیت اور دھاتی چمک جیسی دھاتی خصوصیات کا مظاہرہ کرتے ہیں۔ بااستثنیٰ زنک cd، Zn، Hg اور عام درجۂ حرارت پر ایک یا زیادہ دھاتی ساخت کا مظاہرہ کرتے ہیں۔

عبوری دھاتوں کی لیٹس ساخت

Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Sc
X (hcp)	ccp	ccp	ccp (hcp)	bcc (hcp)	X (bcc,ccp)	bcc	bcc	hcp (bcc)	hcp (bcc)
Cd	**Ag**	**Pd**	**Rh**	**Ru**	**Tc**	**Mo**	**Nb**	**Zr**	**Y**
X (hcp)	ccp	ccp	hcp	hcp	hcp	bcc	bcc	hcp (bcc)	hcp (bcc)
Hg	**Au**	**Pt**	**Ir**	**Os**	**Re**	**W**	**Ta**	**Hf**	**La**
X	ccp	ccp	ccp	hcp	hcp	bcc	bcc	hcp (bcc)	hcp (ccp,bcc)

(bcc = body centred cubic; hcp = hexagonal close packed; ccp = cubic close packed; X = a typical metal structure).

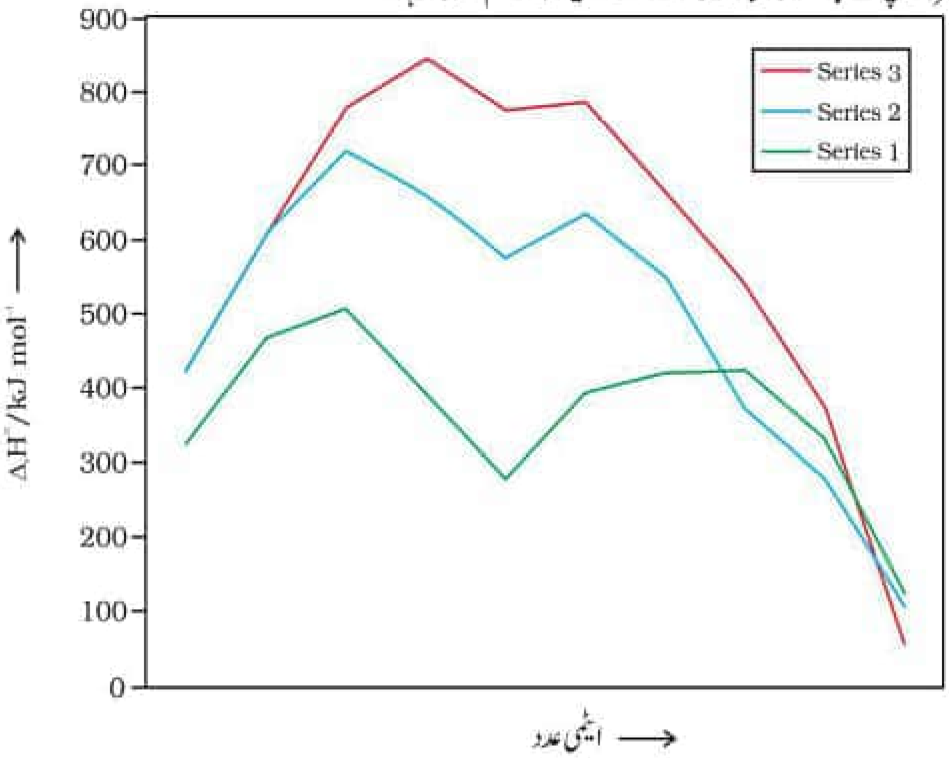
عبوری دھاتیں (Zn، cd اور Hg استثنیٰ ہیں) بہت زیادہ سخت اور بہت کم طیران پذیر ہوتی ہیں۔ ان کے نقطۂ گداخت اور نقطۂ جوش بہت زیادہ ہوتے ہیں۔ شکل 8.1 میں $3d$، $4d$ اور $5d$ عبوری دھاتوں کے نقطۂ گداخت دکھائے گئے ہیں۔ ان دھاتوں کے بہت زیادہ نقطۂ گداخت ہونے کی وجہ یہ ہے کہ بین ایٹمی دھاتی بندش میں ns الیکٹرانوں کے علاوہ $(n-1)d$ الیکٹرانوں کی بہت بڑی تعداد ملوث ہوتی ہے۔ کسی بھی قطار میں ان دھاتوں کے نقطۂ گداخت میں اضافہ ہوتا ہے اور d^5 پر یہ سب سے زیادہ ہوتا ہے اور Mn اور Tc کی بے قاعدہ قدروں کو چھوڑ کر، اور ایٹمی عدد میں اضافہ کے ساتھ اس میں باقاعدہ کمی آتی ہے۔ ان کی ایٹومائزیشن اینتھالپی بہت زیادہ ہوتی ہیں



شکل 8.1 : عبوری دھاتوں کے نقطہ گداخت کے رجحانات

ہوتی ہیں جیسا کہ شکل 8.2 میں دکھایا گیا ہے۔ ہر ایک سلسلہ کے درمیان maxima یہ ظاہر کرتا ہے کہ فی d ارٹبل ایک بغیر جوڑے کا الیکٹران خاص طور سے مضبوط بین ایٹمی باہمی عمل کے لیے موافق ہے۔ عمومی طور پر کہا جائے تو، گرفتی الیکٹرانوں کی تعداد جتنی زیادہ ہوگی بندش اتنی ہی زیادہ مضبوط ہوگی۔ کیونکہ کسی دھات کے معیاری الیکٹروڈ مضمر کے تعین میں ایٹومائزیشن کی اینتھالپی ایک اہم عوامل ہے اس لیے وہ دھاتیں جن کی ایٹومائزیشن کی اینتھالپی بہت زیادہ (یعنی نقطہ جوش بہت زیادہ ہے) ہے اپنے تعاملات میں نوبل رجحان کا مظاہرہ کرتی ہیں۔ (بعد میں الیکٹروڈ مضمر پر غور کیجیے)

ایک اور تعمیم جو کہ شکل 8.2 سے اخذ کی جاسکتی ہے وہ یہ ہے کہ دوسرے اور تیسرے سلسلہ کی دھاتوں کی ایٹومائزیشن کی اینتھالپی پہلے سلسلہ کے نظیری عناصر کے مقابلے میں زیادہ ہوتی ہے۔ یہ کسی دھات کے بہت زیادہ سرعت پائے جانے کی وجہ متعین کرنے کے لیے بہت اہم عوامل ہے۔

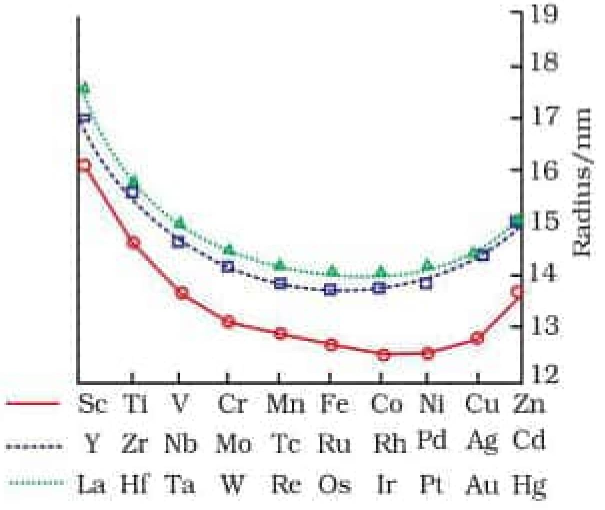


شکل 8.2:
عبوری عناصر کی ایٹومائزیشن کی اینتھالپی کے رجحانات

8.3.2 عبوری دھاتوں کے آئنی اور ایٹمی سائز میں تغیر (Variation in Atomic and Ionic Sizes of Transition Metals)

عمومی طور پر، ایک دیے ہوئے سلسلہ میں یکساں چارج والے آئن ایٹمی عدد میں اضافہ کے ساتھ نصف قطر میں بتدریج کمی کو ظاہر کرتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ہر مرتبہ جب نیا الیکٹران d ارٹبل میں داخل ہوتا ہے تو نیوکلیائی چارج میں ایک اکائی کا اضافہ ہوجاتا ہے۔ یہ یاد کیا جاسکتا ہے کہ d الیکٹران کا شیلڈنگ اثر مؤثر نہیں ہوتا، اس لیے نیوکلیائی چارج اور سب سے باہر والے الیکٹران کے درمیان ساکن برقی کشش (electrostatic attraction) میں اضافہ ہوتا ہے اور آئنی نصف قطر کم ہوجاتا ہے۔ بالکل یہی رجحان ایک دیے ہوئے سلسلہ کے ایٹمی نصف قطر میں بھی پایا جاتا ہے۔ حالانکہ ایک ہی سلسلہ میں تغیر بہت ہی کم ہوتا ہے۔ ایک دلچسپ نقطہ ابھر کر آتا ہے جب ایک سلسلہ کے ایٹمی سائز کا موازنہ دوسرے سلسلہ کے نظیری عناصر سے کیا جاتا ہے۔ شکل 8.3 میں خط انحنا عناصر کے پہلے سلسلہ (3d) سے دوسرے سلسلہ (4d) تک اضافہ کو ظاہر کرتا ہے لیکن تیسرے سلسلہ (5d) کے نصف قطر مجازی طور پر دوسرے سلسلہ کے نظیری ممبران کے نصف قطر کے مساوی ہیں۔ یہ مظہر 4f ارٹبل کی مداخلت سے وابستہ ہے جو کہ عناصر کے 5d سلسلہ کے شروع ہونے سے پہلے بھرا جانا چاہیے 5d ارٹبل سے پہلے 4f ارٹبل

کے بھرنے کی وجہ سے ایٹمی نصف قطر میں باقاعدہ کمی لینتھینائڈ انقباض (Lanthanoid contration) کہلاتی ہے جو کہ ایٹمی عدد میں اضافہ ہونے کے ساتھ ایٹمی سائز میں متوقع اضافہ کی تلافی کرتا ہے۔ لینتھینائڈ انقباض کا کل نتیجہ یہ نکلتا ہے کہ دوسرا اور تیسرا d سلسلہ یکساں نصف قطر (مثلاً Zr 160 pm، Hf 159 pm) نیز طبیعی اور کیمیائی خصوصیات میں یکسانیت کو ظاہر کرتے ہیں جو کہ عام فیملی تعلق کی بنیاد پر متوقع خصوصیات کے مقابلے کافی یکساں ہیں۔



شکل 8.3: عبوری عناصر کے ایٹمی نصف قطر کے رجحانات

لینتھینائڈ انقباض کے لیے ذمہ دار فیکٹر کس قدر ایک عام عبوری سلسلہ میں کیے جانے والے مشاہدہ سے یکسانیت رکھتا ہے اور یکساں وجہ کا سبب ہے یعنی ارٹبل کے ایک ہی سیٹ میں ایک الیکٹران کی دوسرے الیکٹران کے ذریعے ناقص شیلڈنگ۔ تاہم 4f الیکٹران کی دوسرے الیکٹران کے ذریعہ شیلڈنگ d الیکٹران کی دوسرے الیکٹران کے ذریعہ شیلڈنگ کے مقابلے کم ہوتی ہے اور جیسے جیسے سلسلہ میں نیوکلیائی چارج بڑھتا جاتا ہے پورے $4f^n$ کے سائز میں باقاعدہ کمی ہوتی جاتی ہے۔

دھاتی نصف قطر میں کمی ایٹمی کمیت میں اضافہ سے وابستہ ہے جس کی وجہ سے ان عناصر کی کثافت میں عمومی اضافہ ہوتا ہے۔ اس طرح ٹائیٹینیم (Z-22) سے کاپر (Z-29) تک کثافت میں بامعنی اضافہ نوٹ کیا جاسکتا ہے۔ (جدول 8.2)

جدول 8.2: عبوری عناصر کے پہلے سلسلہ کے الیکٹرانی تشکل اور کچھ دیگر خصوصیات

عنصر		Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
ایٹمی عدد/الیکٹرانی تشکل		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	M	$3d^14s^2$	$3d^24s^2$	$3d^34s^2$	$3d^54s^1$	$3d^54s^2$	$3d^64s^2$	$3d^74s^2$	$3d^84s^2$	$3d^{10}4s^1$	$3d^{10}4s^2$
	M^+	$3d^14s^1$	$3d^24s^1$	$3d^34s^1$	$3d^5$	$3d^54s^1$	$3d^64s^1$	$3d^74s^1$	$3d^84s^1$	$3d^{10}$	$3d^{10}4s^1$
	M^{2+}	$3d^1$	$3d^2$	$3d^3$	$3d^4$	$3d^5$	$3d^6$	$3d^7$	$3d^8$	$3d^9$	$3d^{10}$
	M^{3+}	[Ar]	$3d^1$	$3d^2$	$3d^3$	$3d^4$	$3d^5$	$3d^6$	$3d^7$	–	–
ایٹومائزیشن کی انتھالپی $\Delta_aH^\ominus/kJ\ mol^{-1}$		326	473	515	397	281	416	425	430	339	126
آیونائزیشن انتھالپی $\Delta_iH^\ominus/kJ\ mol^{-1}$											
$\Delta_iH^\ominus$	I	631	656	650	653	717	762	758	736	745	906
$\Delta_iH^\ominus$	II	1235	1309	1414	1592	1509	1561	1644	1752	1958	1734
$\Delta_iH^\ominus$	III	2393	2657	2833	2990	3260	2962	3243	3402	3556	3829
دھاتی/آئنی	M	164	147	135	129	137	126	125	125	128	137
نصف قطر/pm	M^{2+}	–	–	79	82	82	77	74	70	73	75
	M^{3+}	73	67	64	62	65	65	61	60	–	–
معیاری الیکٹروڈ	M^{2+}/M	–	-1.63	-1.18	-0.90	-1.18	-0.44	-0.28	-0.25	+0.34	-0.76
مضمر $E^\ominus/V$	M^{3+}/M^{2+}	–	-0.37	-0.26	-0.41	+1.57	+0.77	+1.97	–	–	–
کثافت/$g\ cm^{-3}$		3.43	4.1	6.07	7.19	7.21	7.8	8.7	8.9	8.9	7.1

مثال 8.2 عبوری دھاتیں بہت زیادہ ایٹومائزین کی اینتھالپی کیوں ظاہر کرتی ہیں؟

حل ان کے ایٹموں میں بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی بہت بڑی تعداد کی وجہ سے ان میں بہت زیادہ بین ایٹمی باہمی عمل ہوتا ہے اور ایٹموں کے درمیان بہت مضبوط بندش ہوتی ہے۔ نتیجتاً ایٹومائزیشن کی اینتھالپی بہت زیادہ ہوتی ہے۔

متن پر مبنی سوالات

8.2 Sc (Z=21) سے لے کر Zn (Z=30) تک کے سلسلہ میں زنک کی ایٹومائزیشن کی اینتھالپی سب سے کم ہے یعنی $128\ kJmol^{-1}$ کیوں؟

8.3.3 آیونائزیشن اینتھالپی (Ionisation Enthalpies)

عبوری عناصر کے ہر ایک سلسلہ میں بائیں سے دائیں طرف آیونائزیشن اینتھالپی میں اضافہ ہوتا ہے۔ اندرونی d ارٹبل کے بھرنے کے ساتھ نیوکلیائی چارج میں اضافہ ہونے کی وجہ سے جدول 8.2 میں پہلی قطار کے عناصر کی پہلی تین آیونائزیشن اینتھالپی دی ہوئی ہیں۔ ان قدروں سے ظاہر ہوتا ہے کہ ان عناصر کی متواتر اینتھالپی میں اس طرح اضافہ نہیں ہوتا جیسا کہ غیرعبوری گروپ عناصر ظاہر کرتے ہیں۔ عبوری عناصر کے سلسلے میں آیونائزیشن اینتھالپی میں تبدیلی بمقابلہ ایک پیریڈ میں غیرعبوری عناصر کے بہت کم ہوتی ہے۔ حالانکہ پہلی آیونائزیشن اینتھالپی میں اضافہ ہوتا ہے لیکن اسی قطار میں متواتر عناصر کی دوسری اور تیسری آیونائزیشن اینتھالپی میں یہ بہت زیادہ اضافہ ہوتا ہے۔

3d سلسلے کی دھاتوں کی پہلی آیونائزیشن اینتھالپی میں بے قاعدہ رجحان، حالانکہ تھوڑا سا کیمیائی اہمیت کا حامل ہے، کی وجہ یہ ہے کہ ایک الیکٹران کی علیحدگی 4s اور 3d ارٹبل کی نسبتی توانائیوں کو تبدیل کر دیتی ہے۔ آپ پڑھ چکے ہیں کہ d بلاک کے عناصر آئن بناتے ہیں اور ns الیکٹران (n-1)d الیکٹرانوں سے پہلے نکلتے ہیں۔ 3d قطار میں جب ہم آگے بڑھتے ہیں تو ہم دیکھتے ہیں کہ سکینڈیم (Sc) سے زنک (Zn) تک نیوکلیئر چارج بڑھ رہا ہے لیکن الیکٹران داخلی سب شیل یعنی 3d میں داخل ہو رہے ہیں۔ یہ 3d الیکٹران 4s الیکٹرانوں کو نیوکلیئر چارج بڑھانے سے بچاتے ہیں۔ یہ اس سے زیادہ مؤثر ہے جہاں باہری شیل کے الیکٹران ایک دوسرے کو بچاتے ہیں۔ لہٰذا ایٹمی نصف قطر کم تیزی سے گھٹتا ہے۔ لہٰذا 3d قطار میں آیونائزیشن توانائی بہت کم بڑھتی ہے۔ اس لیے دوہرے یا زیادہ چارج والے آئن کا الیکٹرانی تشکل dn ہے جس میں کوئی 4s الیکٹران نہیں ہے۔ مؤثر نیوکلیائی چارج میں اضافہ ہوتا ہے اس لیے عام طور سے دوسری آیونائزیشن اینتھالپی میں متوقع اضافہ کا رجحان ہوتا ہے۔ کیونکہ ایک d الیکٹران دوسرے d الیکٹران کو نیوکلیئر چارج کے اثر سے نہیں بچاتا۔ کیوں کہ d آربٹل Orientation میں مختلف ہوتے ہیں۔

تاہم دوسری اور تیسری آیونائزیشن اینتھالپی کے لگاتار بڑھنے کی رفتار Mn^{2+} اور Fe^{3+} کی تشکیل کو روکتی ہے۔ دونوں میں آئن d5 تشکل رکھتے ہیں۔ ایسی ہی رکاوٹ بعد کی عبوری سلسلے کو تقابلی عناصر کے ساتھ بھی ہوتی ہے۔ dn الیکٹرانی تشکل کے لیے آیونائزیشن توانائی میں تغیرات کی وضاحت درج ذیل ہے۔

آیونائزیشن اینتھالپی کی قدر کے لیے تین اصطلاحات اس طرح ہیں۔ ہر الیکٹران کی نیوکلیس کی سمت کشش، الیکٹرانوں کے درمیان دفع (ہٹاؤ) اور باہمی تبادلے کی توانائی استحکام کی ذمہ دار ہے۔ باہمی تبادلے کی توانائی زوال پذیر آربٹل میں متوازی گھماؤ والے کل ممکنہ جوڑوں کی تعداد کی نسبت میں ہوتی ہے۔ جب بہت سے الیکٹران زوال پذیر آربٹل کے ایک سیٹ میں ہوتے ہیں تو کمترین توانائی کی سطح آربٹل کے تنہا قبضہ کی اعلیٰ ترین ممکنہ

حد اور متوازی گھماؤ کے مطابق ہوتی ہے۔(ہُنڈ کا کلیہ)

باہمی تبادلے کی توانائی کا نقصان استحکام کو بڑھاتا ہے۔ جب استحکام بڑھتا ہے تو آیونائزیشن زیادہ مشکل ہوجاتا ہے۔ d^5 تشکل میں باہمی تبادلے کی توانائی میں کوئی نقصان نہیں ہے Mn^+ کا تشکل $3d^5\ 4s^1$ اور Cr^+ کا تشکل $3d^5$ ہے۔لہٰذا Mn^+ کی آیونائزیشن اینتھالپی Cr^+ سے کم ہوگی۔ اسی طرح Fe^{2+} کا تشکل $3d^6$ ہے اور Mn^{2+} کا تشکل $3d^5$ ہے لہٰذا Fe^{2+} کی آیونائزیشن اینتھالپی Mn^{2+} سے کم ہوگی۔ دوسرے الفاظ میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ Fe کی تیسری آیونائزیشن اینتھالپی Mn سے کم ہے۔

ان دھاتوں کی کمترین مشترک تکسیدی حالت 2+ ہے۔ گیس ایٹموں سے M^{+2} آینوں کی تشکیل کے لیے ہر ایک عنصر کے لیے ایٹومائزیشن کی اینتھالپی کے ساتھ ساتھ پہلی اور دوسری آیونائزیشن اینتھالپی کا حاصل جمع درکار ہوتا ہے۔ مغلوب اصطلاح دوسری آیونائزیشن اینتھالپی ہے جو کہ Cr اور Cu کے لیے غیر معمولی اونچی قدروں کو ظاہر کرتا ہے جہاں M^+ آینوں کا d^5 اور d^{10} تشکل ہے۔ Zn کی قدر نظری طور پر کم ہے کیونکہ آیونائزیشن الیکٹران کے اخراج کے سبب سے ہے جو کہ مستحکم d^{10} تشکل کا سبب ہے۔ تیسری آیونائزیشن اینتھالپی میں رجحان 4s ارٹبل فیکٹر کے ذریعہ پیچیدہ (complicated) نہیں ہوتا اور عموی بڑھتے ہوئے رجحان پر منطبق d^5 (Mn^{2+}) اور $d^{10}(Zn^{2+})$ آینوں سے ایک الیکٹران کو نکالنے میں زیادہ مشکل کو ظاہر کرتا ہے۔ مزید کاپر، نکل اور زنک کی تیسری آیونائزیشن اینتھالپی کی اونچی قدریں ظاہر کرتی ہیں کہ ان عناصر کے لیے دو سے زیادہ تکسیدی حالتوں کو حاصل کرنا مشکل کیوں ہے۔

حالانکہ آیونائزیشن اینتھالپی تکسیدی حالتوں کے نسبتی استحکام کے متعلق کچھ رہنمائی فراہم کرتی ہے، یہ مسئلہ بہت پیچیدہ ہے اور تعمیم کے لیے قابل ترمیم نہیں ہے۔

8.3.4 تکسیدی حالتیں (Oxidation States)

عبوری عناصر کی اہم خصوصیات میں سے ایک خصوصیت ان کی متعدد تکسیدی حالتیں ہیں جو یہ اپنے مرکبات میں ظاہر کرتی ہیں جدول 8.3 پہلی قطار کے عبوری عناصر کی عام تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتی ہے۔

جدول 8.3: پہلی قطار کے عبوری عناصر کی تکسیدی حالتیں

(سب سے زیادہ عام تکسیدی حالتوں کو جلی اعداد سے دکھایا گیا ہے۔)

Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Sc
+2	+1	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	
	+2	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
		+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4	
					+5	+5	+5		
				+6	+6	+6			
					+7				

وہ عناصر جن کی تکسیدی حالتیں بہت زیادہ ہیں وہ یا تو سلسلہ کے درمیان میں ہیں یا اس کے نزدیک ہیں۔ مثال کے طور پر مینگنیز 2+ سے لے کر 7+ تک تمام تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتا ہے۔ انتہائی سروں پر تکسیدی حالتوں کی کم تعداد یا تو بہت کم الیکٹرانوں کو lose کرنے یا ساجھا (Sc, Ti) کرنے یا بہت زیادہ d الیکٹرانوں (اس لیے چند ارٹبل دستیاب رہتے ہیں جن میں الیکٹران دوسروں کے ساتھ ساجھا کرتے ہیں)۔ کو اونچی گرفت (Cu, Zn) کے

لیے روکتی ہے۔ اس طرح سلسلہ میں سب سے پہلے اسکینڈیم (II) مجازی طور پر نامعلوم ہے، اور ٹائٹینیم (IV)، Tt(III) یا Ti(II) کے مقابلے زیادہ مستحکم ہے۔ دوسرے سرے پر زنک کی صرف ایک تکسیدی حالت ہے جو کہ +2 ہے (کوئی d الیکٹران ملوث نہیں ہے) واجب استحکام کی زیادہ سے زیادہ تکسیدی حالتیں مینگنیز ($Ti^{IV}O2$, $V^{IV}O_2$)، ($Mn^{IVI}O_4$, $Cr^{IV}O_4^{2-}$) تک s اور d الیکٹرانوں کے حاصل جمع کے نظیری ہیں۔

مثال 8.3 اس عبوری عنصر کا نام بتایئے جو کہ متغیر تکسیدی حالتوں کو ظاہر نہیں کرتا۔

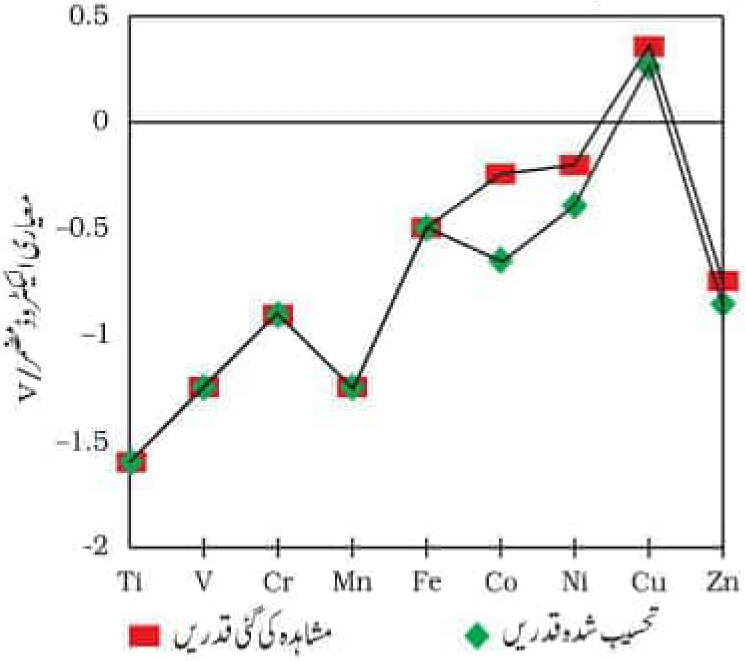
حل اسکینڈیم (Z=21) متغیر تکسیدی حالتوں کو ظاہر نہیں کرتا۔

متن پر مبنی سوالات

8.3 عبوری دھاتوں کے 3d سلسلہ میں سے کون سب سے زیادہ تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتا ہے اور کیوں؟

8.3.5 M^{2+}/M معیاری الیکٹروڈ مضمر میں رجحانات (Trends in the M^{2+}/M Standard Electrode potentials)

جدول 8.4 میں ٹھوس دھاتی آینوں کی محلول میں M^{2+} آینوں میں تبدیلی سے متعلق حرارتی کیمیائی پیرامیٹر اور ان کے معیاری الیکٹروڈ مضمر دیے گئے ہیں۔ Ev کی مشاہدہ کی گئی قدر اور جدول 8.4 کے اعداد وشمار کا استعمال کرکے تحسیب کی گئی قدر کا موازنہ شکل 8.4 میں کیا گیا ہے۔



شکل 8.4: Ti سے Zn تک کے عناصر کے معیاری الیکٹروڈ مضمر کی تحسیب شدہ اور مشاہدہ کی گئی قدریں ($M^{2+} \rightarrow {}^{o}M$)

مثبت Ev والے Cu کا یکتا طرز عمل ایسڈوں سے H_2 کے اخراج کی عدم صلاحیت کے لیے ذمہ دار ہے۔ صرف تکسیدی تیزاب (نائٹرک اور گرم مرتکز سلفیوک ایسڈ) Cu سے تعامل کرتا ہے۔ CuCs) کی Cu₂+(aq) میں تبدیلی کے لیے بہت زیادہ توانائی اس کی ہائڈریشن اینتھالپی کے ذریعہ متوازن نہیں ہوتی۔ سلسلہ میں کم منفی Ev قدروں کی طرف عمومی رجحان پہلی اور دوسری آیونائزیشن اینتھالپی کے حاصل جمع میں اضافہ سے متعلق ہے۔ یہ جاننا دلچسپ ہوگا کہ Ni ،Mn اور Zn کے لیے Ev کی قدریں رجحان سے متوقع قدر کے مقابلے زیادہ منفی ہیں۔

مثال 8.4 Cr^{2+} تحویلی اور Mn^{3+} تکسیدی کیوں ہے۔ جبکہ دونوں کا تشکل d^4 ہے۔

حل Cr^{2+} تحویلی ہے کیونکہ اس کا تشکل d^4 سے d^3 تک تبدیل ہوتا ہے۔ آخرالذکر میں نصف بھرا ہوا t_{2g} لیول ہے۔ دیکھیے اکائی 9)۔ اس کے برعکس Mn^{2+} سے Mn^{3+} میں تبدیلی کا نتیجہ نصف بھرا ہوا (d^5) تشکل ہے جو کہ اضافی استحکام کا حامل ہے۔

متن پر مبنی سوالات

8.4 کاپر کے لیے $E^\ominus(M^{2+}/M)$ کی قدر مثبت (+0.34V) ہے۔ اس کی کیا وجہ ہو سکتی ہے؟
(اشارہ: اونچی $\Delta_aH^\ominus$ اور کم $\Delta_{hyd}H^\ominus$ پر غور کیجیے)

M^{2+} میں نصف بھرے ہوئے d ذیلی شیل کا استحکام اور Zn^{2+} میں مکمل بھرا ہوا d^{10} تشکل ان کی $E^\ominus$ قدروں سے متعلق ہے جبکہ Ni کے لیے $E^\ominus$ کی قدر سب سے زیادہ منفی $\Delta_{hyd}H^\ominus$ سے متعلق ہے۔

جدول 8.4: پہلی قطار کے عبوری عناصر کے لیے حرارتی کیمیائی اعداد و شمار $(kJ\ mol^{-1})$ اور M(II) کی M میں تحویل کے لیے معیاری الیکٹروڈ مضمر

عنصر (M)	$\Delta_aH^\ominus(M)$	$\Delta_iH_1^\ominus$	$\Delta_iH_2^\ominus$	$\Delta_{hyd}H^\ominus(M^{2+})$	$E^\ominus/V$
Ti	469	656	1309	-1866	-1.63
V	515	650	1414	-1895	-1.18
Cr	398	653	1592	-1925	-0.90
Mn	279	717	1509	-1862	-1.18
Fe	418	762	1561	-1998	-0.44
Co	427	758	1644	-2079	-0.28
Ni	431	736	1752	-2121	-0.25
Cu	339	745	1958	-2121	0.34
Zn	130	906	1734	-2059	-0.76

8.3.6 M^{3+}/M^{2+} معیاری الیکٹروڈ مضمر میں رجحانات (Trends in the M^{3+}/M^{2+} Standard Electrode Potentials)

$E^\ominus(M^{3+}/M^{2+})$ کی قدریں (جدول 8.2) متغیر رجحانات کو ظاہر کرتی ہیں۔ Sc کی کم قدر Sc^{3+} کے استحکام کی عکاسی کرتی ہے جو کہ نوبل گیس تشکل رکھتا ہے۔ Zn کی سب سے زیادہ قدر Zn^{2+} کے مستحکم d^{10} تشکل سے ایک الیکٹران کو ہٹانے کی وجہ سے ہے۔ Mn کی نسبتاً زیادہ قدر ظاہر کرتی ہے کہ $Mn^{2+}(d^5)$ خاص طور سے مستحکم ہے، جبکہ Fe کی نسبتاً کم قدر ظاہر کرتی ہے کہ $Fe^{3+}(d^5)$ زیادہ مستحکم ہے۔
V کی نسبتاً کم قدر V^{2+} (نصف بھرا ہوا t_{2g} لیول، اکائی 9) کے استحکام سے وابستہ ہے۔

8.3.7 اونچی تکسیدی حالتوں کے استحکام میں رجحانات (Trends in Stability of Higher Oxidation)

جدول 8.5 میں عبوری دھاتوں کے 3d سلسلہ کے مستحکم ہیلائڈ دکھائے گئے ہیں۔ سب سے بڑے تکسیدی اعداد TiX_4 (ٹیٹرا ہیلائڈ)، VF_5 اور CrF_6 میں ہیں۔ Mn کی +7 حالت سادہ ہیلائڈوں میں ظاہر نہیں ہوتی لیکن MnO_3F معلوم ہے اور Mn کے آگے FeX_3 اور CoF_3 کے علاوہ کسی بھا دھات کا ترائی ہیلائڈ نہیں ہے۔ فلورین میں اونچی تکسیدی حالت کے استحکام کی صلاحیت یا تو اونچی لیٹس توانائی کی وجہ سے ہے جیسا کہ CoF_3 کے معاملے میں ہے یا اونچے شریک گرفت مرکبات کے لیے اونچی بانڈ اینتھالپی کی وجہ سے ہے مثلاً VF_5 اور CrF_6۔
حالانکہ V^V صرف VF_5 کے ذریعہ ہی ظاہر کی جاتی ہے، تاہم دیگر ہیلائڈ ہائڈرولسس کے نتیجے میں آکسوہیلائڈ، VOX3 بناتے ہیں۔ فلورائڈوں کی ایک اور خصوصیت کم تکسیدی حالتوں میں ان کا عدم استحکام ہے مثلاً VX_2 (X=Cl, Br, I) اور CuX پر بھی اسی کا اطلاق ہوتا ہے۔

جدول 8.5: 3d دھاتوں کے ہیلائڈوں کے فارمولے

									تکسیدی عدد
						CrF_6			+ 6
						CrF_5	VF_5		+ 5
					MnF_4	CrX_4	VXI_4	TiX_4	+ 4
			CoF_3	$FeXI_2$	MnF_3	CrX_3	VX_3	TiX_3	+ 3
ZnX_2	CuX_2II	NiX_2	CoX_2	FeX_2	MnX_2	CrX_2	VX_2	TiX_2III	+ 2
	CuXIII								+ 1

Key: X = F → I; XI = F → Br; XII = F, Cl; XIII = Cl → I

دوسری طرف تمام Cu ہیلائڈ معلوم ہیں (آیوڈائڈ کو چھوڑ کر)۔ اس معاملے میں Cu^{2+}، I^- کی I_2 میں تکسید کرتا ہے۔

$$2Cu^{2+} + 4I^- \rightarrow Cu_2I_2(s) + I_2$$

تاہم، متعدد کاپر (I) مرکبات آبی محلول میں غیر مستحکم ہیں

$$2Cu^+ \rightarrow Cu^{2+} + Cu$$

$Cu^+(aq)$ کے مقابلے $Cu^{2+}(aq)$ کا استحکام Cu^+ کے مقابلے $Cu^{2+}(aq)$ کی زیادہ منفی $\Delta_{hyd}H^\ominus$ کی وجہ سے ہے جو کہ Cu کی دوسری آیونائزیشن اینتھالپی کے لیے تلافی سے کہیں زیادہ ہے۔

بہت زیادہ تکسیدی حالت کو آکسیجن کی صلاحیت آکسائڈوں میں ظاہر کی جاتی ہے۔ آکسائڈوں میں بہت اونچی تکسیدی حالت (جدول 8.6) گروپ نمبر کے ساتھ منطبق ہے اور یہ Sc_2O_3 سے Mn_2O_7 میں حاصل (attain) کی جاتی ہے۔ گروپ 7 کے آگے Fe_2O_3 سے اوپر Fe کا اور کوئی اعلیٰ آکسائڈ معلوم نہیں ہے، حالانکہ القلی میڈیم میں فیریٹ (VI) $(FeO_4)^{2-}$ بنتے ہیں لیکن وہ بہت جلد Fe_2O_3 اور O_2 میں تحلیل ہو جاتے ہیں۔ آکسائڈ کے علاوہ آکسوکیٹ آین V^V کو VO_2^+ کے طور پر V^{IV} کو VO^{2+} کے طور پر اور Ti^{IV} کو TiO^{2+} کے طور پر اسٹیبلائز کرتے ہیں۔ ان اونچی تکسیدی حالتوں کو اسٹیبلائز کرنے کی آکسیجن کی صلاحیت فلورین سے زیادہ ہے۔

جدول 8.6: 3d دھاتوں کے آکسائڈ

				گروپ						تکسیدی عدد
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	
								Mn_2O_7		+ 7
								CrO_3		+ 6
								V_2O_5		+ 5
					MnO_2	CrO_2	V_2O_4	TiO_2		+ 4
			Fe_2O_3	Mn_2O_3	Cr_2O_3	V_2O_3	Ti_2O_3	Sc_2O_3		+ 3
							Co_3O_4*	Fe_3O_4*	Mn_3O_4*	
ZnO	CuO	NiO	CoO	FeO	MnO	(CrO)	VO	TiO		+ 2
								Cu_2O		+ 1

mixed oxides *

اس طرح اعلیٰ Mn فلورائیڈ MnF_4 ہے جبکہ اعلیٰ آکسائیڈ Mn_2O_7 ہے۔ دھاتوں کے ساتھ کثیر بند بنانے کی آکسیجن کی صلاحیت اس کی برتری (superiority) کی تشریح کرتی ہے۔ شریک گرفت آکسائیڈ Mn_2O_7 میں ہر ایک Mn بشمول Mn-O-Mn برج ٹیٹرا ہیڈرل اعتبار سے O سے گھرا رہتا ہے۔

V^V، Cr^{VI}، Mn^V، Mn^{VI} اور Mn^{VII} کے لیے ٹیٹراہیڈرل $[MO_4]^{n-}$ آئن معلوم ہیں۔

مثال 8.5

سلسلہ $VO_2^+ < Cr_2O_7^{2-} < MnO_4^-$ میں بڑھتی ہوئی تکسیدی پاور کی وجہ کیا ہوسکتی ہے۔

حل یہ اس چھوٹی اسپیشیز کے بڑھتے ہوئے استحکام کی وجہ سے ہے جس میں ان کی تحویل ہوتی ہے۔

متن پر مبنی سوالات

8.5 عبوری عناصر کے پہلے سلسلہ میں آیونائزیشن اینتھالپی (پہلی اور دوسری) کے بے ترتیب تغیر کی کیا وجہ بیان کرسکتے ہیں؟

8.3.8 کیمیائی تعاملیت اور $E^\ominus$ قدریں (Chemical Reactivity and $E^\ominus$ Values)

عبوری دھاتوں کی کیمیائی تعاملیت میں کافی فرق پایا جاتا ہے۔ ان میں سے بہت سی دھاتیں تو کافی مثبت ہوتی ہیں اور معدنیاتی تیزابوں میں حل ہوجاتی ہیں حالانکہ چند دھاتیں 'نوبل' ہیں یعنی سادہ تیزابوں کا ان پر کوئی اثر نہیں ہوتا۔

پہلے سلسلہ کی دھاتیں (کاپر اس سے مستثنیٰ ہے) نسبتاً زیادہ تعامل پذیر ہیں اور MH^+ کے ذریعہ تکسیدی ہوجاتی ہیں، حالانکہ جس شرح سے یہ دھاتیں ہائڈروجن آین $[H^+]$ جیسے تکسیدی ایجنٹ سے تعامل کرتی ہیں وہ بعض اوقات کم ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ٹائٹینیم اور وینیڈیم عملی اعتبار سے کمرہ کے درجۂ حرارت پر غیر تکسیدی تیزابوں کے تئیں انفعالی (Passive) ہوتی ہیں۔ M^{2+}/M کے لیے $E^\ominus$ کی قدریں (جدول 8.2) پورے سلسلہ میں دو گرفتی کیٹ آین تشکیل دینے کے لیے گھٹتے ہوئے رجحان کو ظاہر کرتی ہیں۔ کم منفی $E^\ominus$ کی طرف یہ عمومی رجحان پہلی اور دوسری آیونائزیشن اینتھالپی کے حاصل جمع میں اضافے سے متعلق ہے۔ یہ نوٹ کرنا دلچسپ ہوگا کہ Mn کیلئے Nc اور Zn کی لیے $E^\ominus$ قدریں عمومی رجحان سے متوقع قدروں کے مقابلے زیادہ منفی ہیں۔ جبکہ Mn میں نصف بھرے ہوئے d ذیلی شیل (d^5) اور Zn میں مکمل بھرے ہوئے d ذیلی شیل (d^{10}) کے استحکام ان کی E قدروں سے وابستہ ہیں: نکل کے لیے، $E^\ominus$ قدر ہائڈریشن کی بہت زیادہ اینتھالپی سے متعلق ہے۔

ریڈاکس جفت M^{3+}/M^{2+} کے لیے $E^\ominus$ قدروں (جدول 8.2) پر نظر ڈالنے سے معلوم ہوتا ہے کہ Mn^{3+} اور CO^{3-} آین آبی محلولوں میں مضبوط ترین تکسیدی ایجنٹ ہیں۔ Ti^{2+} اور Cr^{2+} مضبوط تحویلی ایجنٹ ہیں اور ڈائی لیوٹ ایسڈ سے ہائڈروجن خارج کریں گے مثلاً $2\,Cr^{2+}(aq) + 2\,H^+(aq) \rightarrow 2\,Cr^{3+}(aq) + H_2(g)$

مثال 8.6

پہلی قطار کی عبوری دھاتوں کے لیے $E^\ominus$ قدریں مندرجہ ذیل ہیں۔

$E^\ominus$	V	Cr	Mn	Fe	Co	Nil	Cu
(M^{2+}/M)	-1.18	-0.91	-1.18	-0.44	-02.8	-0.25	+0.34

مذکورہ بالا قدروں میں بے قاعدگی کی تشریح کیجیے۔

حل $E^\ominus(M^{2+}/M)$ قدریں باقاعدہ نہیں ہیں ان کی تشریح آیونائزیشن اینتھالپی $\Delta_i H_1 + \Delta_i H_2$ کے بے قاعدہ

تغیر کی بنیاد پر کی جا سکتی ہے نیز تصعید کی اینتھالپی کی بنیاد پر بھی جو کہ مینگنیز اور وینیڈیم کے لیے نسبتاً بہت کم ہیں۔

مثال 8.7

Mn^{3+}/Mn^{2+} جفتہ کے لیے $E^{\ominus}$ قدر Cr^{3+}/Cr^{2+} یا Fe^{3+}/Fe^{2+} کے مقابلے بہت زیادہ مثبت کیوں ہے؟ تشریح کیجیے۔

حل

Mn کی بہت زیادہ تیسری آیونائزیشن توانائی (جہاں مطلوبہ تبدیلی d^5 سے d^4 ہے) خاص طور سے اس کے لیے زوردار ہے۔ اس سے Mn کی 3+ حالت کی معمولی اہمیت کی بھی تشریح ہوتی ہے۔

متن پر مبنی سوالات

8.6 دھاتوں کی سب سے زیادہ تکسیدی حالت صرف اس کے آکسائڈ یا فلورائڈ میں ہی نظر آتی ہے کیوں؟

8.7 Cr^{2+} یا Fe^{2+} میں سے کون زیادہ مضبوط تحویلی ایجنٹ ہے اور کیوں؟

8.3.9 مقناطیسی خصوصیات (Magnetic Properties)

جب اشیا پر مقناطیسی میدان کا اطلاق کیا جاتا ہے تو خاص طور سے دو قسم کے مقناطیسی طرز عمل کا مشاہدہ کیا جاتا ہے: ڈائی مقناطیسیت اور پیرا مقناطیسیت (اکائی 1)۔ ڈائی مقناطیسی اشیا لگائے گئے میدان کے ذریعہ رفع ہوتے ہیں جبکہ پیرا مقناطیسی اشیا ایسے میدان کی طرف کشش رکھتی ہیں۔ جو اشیا بہت زیادہ کشش رکھتی ہیں۔ جو اشیا بہت زیادہ کشش رکھتی ہیں وہ فیرو مقناطیسی (ferromagnetic) کہلاتی ہیں۔ درحقیقت فیرومقناطیسیت پیرا مقناطیسیت کی انتہائی شکل ہے۔ متعدد عبوری دھاتی آین پیرا مقناطیسی ہیں۔

پیرا مقناطیسیت بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی موجودگی کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ اس قسم کے ہر ایک الیکٹران کا ایک مقناطیسی گردشہ (magnetic moment) ہوتا ہے جو کہ اس کے اسپن زاویائی معیار حرکت اور ارٹبل زاویائی معیاری حرکت سے وابستہ ہوتا ہے۔ عبوری دھاتوں کے پہلے سلسلہ کے مرکبات کے لیے ارٹبل زاویائی معیار حرکت کا تعاون مؤثر طور پر زائل ہوجاتا ہے اور اس لیے اس کی کوئی اہمیت نہیں رہ جاتی۔ ان کے لیے مقناطیسی گردشہ بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی تعداد سے متعین ہوتا ہے اور اس کی تحسیب spin-only فارمولہ کا استعمال کر کے کی جاتی ہے۔ $\mu = \sqrt{n(n+2)}$

جہاں n بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی تعداد ہے اور μ بوہر میگنیٹن (BM) اکائیوں میں مقناطیسی گردشہ ہے۔ ایک واحد بغیر جوڑے کے الیکٹران کا مقناطیسی گردشہ 1.73 بوہر میگنیٹن (BM) ہوتا ہے۔

بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی تعداد میں اضافہ ہونے پر مقناطیسی گردشہ میں اضافہ ہوتا ہے۔ اس طرح مشاہدہ کیے گئے مقناطیسی گردشہ سے ایٹم، سالمہ یا آین میں موجود بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی تعداد کے بارے میں اشارہ ملتا ہے۔ پہلی قطار کے عبوری عناصر کے لیے 'spin only' فارمولہ کی مدد سے کی گئی مقناطیسی گردشہ کی تحسیب اور

مثال 8.8

آبی محلول میں دو گرفتی آین کا مقناطیسی گردشہ معلوم کیجیے اگر اس کا ایٹمی عدد 25 ہے۔

حل

آبی محلول میں ایٹمی عدد 25 والے دو گرفتی آین کا تشکل d^5 ہوگا (5 بغیر جوڑے کے الیکٹران) مقناطیسی گردشہ μ مندرجہ ذیل ہے۔

$$\mu = \sqrt{5(5+2)} = 5.92\ BM$$

تجرباتی طور پر اخذ کی گئی قدروں کو جدول 8.7 میں دیا گیا ہے۔ تجرباتی اعداد و شمار خاص طور سے محلول میں یا ٹھوس حالت میں ہائڈریٹیڈ آینوں کے لیے ہیں۔

جدول 8.7: تحسیب شدہ اور مشاہدہ کی گئی مقناطیسی گردشہ کی قدریں (Bm)

آئن	تشکیل	بغیر جوڑے کے الیکٹران	مقناطیسی مومنٹ: تحسیب شدہ	مقناطیسی مومنٹ: مشاہدہ کی گئی
Sc^{3+}	$3d^0$	0	0	0
Ti^{3+}	$3d^1$	1	1.73	1.75
Ti^{2+}	$3d^2$	2	2.84	2.76
V^{2+}	$3d^3$	3	3.87	3.86
Cr^{2+}	$3d^4$	4	4.90	4.80
Mn^{2+}	$3d^5$	5	5.92	5.96
Fe^{2+}	$3d^6$	4	4.90	5.3 – 5.5
Co^{2+}	$3d^7$	3	3.87	4.4 – 5.2
Ni^{2+}	$3d^8$	2	2.84	2.9 – 3, 4
Cu^{2+}	$3d^9$	1	1.73	1.8 – 2.2
Zn^{2+}	$3d^{10}$	0	0	

متن پر مبنی سوالات

8.8 $M^{2+}_{(aq)}$ آین (Z = 27) کا 'spin-only' مقناطیسی گردشہ معلوم کیجیے۔

8.3.10 رنگین آینوں کی تشکیل (Formation of Coloured Ions)

جب d ارٹبل کی کم توانائی سے ایک الیکٹران زیادہ توانائی کے d ارٹبل کی طرف منتقل ہوتا ہے، تو اشتعال کی توانائی جذب ہونے والی روشنی کی سرعت کے نظیری ہوتی ہے۔ (اکائی 9) یہ سرعت عام طور سے مرئی خطہ میں ہوتی ہے مشاہدہ کیا گیا رنگ جذب ہونے والی روشنی کے complementary رنگ کے مطابق ہوتا ہے۔ جذب ہونے والی روشنی کی سرعت کا تعین ligand کی نوعیت کے ذریعہ کیا جاتا ہے۔ آبی محلولوں میں، جہاں پانی کے سالمات ligand ہیں، آینوں کے مشاہدہ کیے گیے رنگ جدول 8.8 میں دیے گئے ہیں۔ d بلاک عناصر کے چند رنگین محلول شکل 8.5 میں دکھائے گئے ہیں۔



شکل 8.5 : آبی محلولوں میں پہلی قطار کے عبوری دھاتی آینوں کے رنگ۔ بائیں سے دائیں طرف
V^{4+}, V^{3+}, Mn^{2+}, Fe^{3+}, Co^{2+}, Ni^{2+} Cu^{2+}

جدول 8.8جدول 8.8: پہلی قطار کے کچھ عبوری دھاتی آینوں کے رنگ

کانفیگوریشن	مثال	رنگ
$3d^0$	Sc^{3+}	بے رنگ
$3d^0$	Ti^{4+}	بے رنگ
$3d^1$	Ti^{3+}	پرپل
$3d^1$	V^{4+}	نیلا
$3d^2$	V^{4+}	ہرا
$3d^3$	V^{2+}	بیگنی
$3d^3$	Cr^{3+}	بیگنی
$3d^4$	Mn^{3+}	بیگنی
$3d^4$	Cr^{2+}	نیلا
$3d^5$	Mn^{2+}	گلابی
$3d^5$	Fe^{3+}	پیلا
$3d^6$	Fe^{2+}	ہرا
$3d^6 3d^7$	$Co^{3+}Co^{2+}$	نیلا گلابی
$3d^8$	Ni^{2+}	ہرا
$3d^9$	Cu^{2+}	نیلا
$3d^{10}$	Zn^{2+}	بے رنگ

8.3.11 کمپلیکس مرکبات کی تشکیل (Formation of Complex Compounds)

کمپلیکس مرکبات وہ ہوتے ہیں جن میں دھاتیت آین این آینوں یا تعدیلی سالمات کی کسی تعداد سے بندش کرکے نمایاں خصوصیات والی کمپلیکس اسپشیز بناتے ہیں۔ چند مثالیں ہیں: $[Fe(CN)_6]^{3-}$، $[Fe(CN)_6]^{4-}$، $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ اور $[PtCl_4]^{2-}$ ۔ (کمپلیکس مرکبات کی کیمسٹری پر تفصیل اکائی 9 میں موجود ہے)۔ عبوری دھاتیں بڑی تعداد میں کمپلیکس مرکبات تشکیل دیتی ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ دھاتی آینوں کا سائز نسبتاً چھوٹا ہوتا ہے، ان کے آینی چارج بہت زیادہ ہوتے ہیں اور بانڈ کی تشکیل کے لیے d ارٹبل دستیاب رہتے ہیں۔

8.3.12 وسیطی خصوصیات (Catalytic Properties)

عبوری دھاتیں اوران کے مرکبات وسیطی عمل کے لیے جانے جاتے ہیں۔ یہ عمل ان کی اس صلاحیت سے منسوب ہے جس کے ذریعہ یہ کثیر تکسیدی حالتوں کو حاصل کرتے ہیں اور کمپلیکس بناتے ہیں۔ وینیڈیم (V) آکسائڈ (کانٹیکٹ پر اس میں)، لوہے کا باریک پاؤڈر (ہیبر پراسس میں) اور نکل (وسیطی ہائڈروجینیشن میں) اس کی کچھ مثالیں ہیں۔ ٹھوس سطح پر وسیط متعامل کے سالمات اور وسیط کی سطح کے ایٹوں کے درمیان بانڈ کی تشکیل میں ملوث ہوتے ہیں (پہلی قطار کی عبوری دھاتیں بندش کے لیے 3d اور 4s الیکٹرانوں کا استعمال کرتی ہیں) یہ وسیط کی سطح پر متعاملوں کے ارتکاز میں اضافہ کرا اثر رکھتا ہے اور تعامل کررہے سالمات میں بانڈ کی کمزور کا بھی ایکٹیویشن توانائی کم ہورہی ہے) مزید یہ بھی کہ کیونکہ عبوری دھاتی آین اپنی تکسیدی حالتوں کو تبدیل کرسکتے ہیں اور وہ زیادہ موثر وسیط بن جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر آئرن (III) آیوڈائڈ اور سلفائڈ آینوں کے درمیان تعامل کو کیٹلائز کرتا ہے۔

$$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$$

اس وسیطی عمل کی تشریح مندرجہ ذیل طریقے سے کی جاسکتی ہے۔

$$2Fe^{3+} + 2I^- \rightarrow 2Fe^{2+} + I_2$$

$$2Fe^{2+} + S_2O_8^{2-} \rightarrow 2Fe^{3+} + 2SO_4^{2-}$$

8.3.13 انٹراسٹیشیل مرکبات کی تشکیل (Formation of Interstitial Compounds)

انٹراسٹیشیل مرکبات وہ مرکبات ہیں جو اس وقت بنتے ہیں جب H، C یا N جیسے چھوٹے ایٹم دھاتوں کی کیرسٹل لیٹس کے اندر پھنس جاتے ہیں۔ یہ عموماً غیر تناسب پیائی ہوتے ہیں اور نہ تو آینی ہوتے ہیں اور نہ ہی شریک گرفت۔ مثال کے طور پر TiC، Mn_4N، Fe_3H، $VH_{0.56}$ اور $TiH_{1.7}$ وغیرہ۔

دیے گیے فارمولے بلاشک وشبہ دھات کی کسی بھی عام تکسیدی حالت کے نظیری نہیں ہیں۔ ان کی ترکیب کی نوعیت کی وجہ سے یہ مرکبات انٹراسٹیشیل مرکبات (Interstitial compoounds) کہلاتے ہیں۔ ان مرکبات کی اہم طبیعی اور کیمیائی خصوصیات ذیل میں مذکور ہیں۔

(i) ان کے نقطۂ گداخت بہت اونچے ہوتے ہیں، خالص دھاتوں سے بھی کہیں زیادہ

(ii) یہ بہت سخت ہوتے ہیں، کچھ بورائڈ (borides) سختی کے معاملے میں ہیرے کے کافی نزدیک ہیں۔

(iii) یہ دھاتی ایصالیت برقرار رکھتے ہیں۔

(iv) یہ کیمیائی اعتبار سے غیر عامل (Inert) ہوتے ہیں۔

8.3.14 بھرت کی تشکیل (Alloy Formation)

بھرت ایک دھاتی آمیزہ ہے جسے اجزا کی آمیزش سے بنایا جاتا ہے۔ بھرت ایسے متجانس ٹھوس محلول ہو سکتے ہیں جن میں ایک دھات کے ایٹم دوسری دھات کے ایٹموں کے ساتھ بے ترتیبی سے منتشر رہتے ہیں۔ اس قسم کی بھرت ایسے ایٹوں سے تشکیل پاتی ہیں جن کا دھاتی نصف قطر ایک دوسرے کے تقریباً 15% کے اندر ہو۔ یکساں نصف قطر اور عبوری دھاتوں کی دیگر خصوصیات کی وجہ سے، ان دھاتوں سے بھرتیں آسانی سے بن جاتی ہیں۔ اس طرح بننے والی بھرتیں سخت ہوتی ہیں اور ان کے نقطۂ گداخت اونچے ہوتے ہیں۔ ان میں فیرس بھرتیں سب سے زیادہ مشہور ہیں: کرومیم، وینڈیم، ٹنگسٹن مالیڈنیم اور مینگنیز کا استعمال اسٹیل اور اسٹین لیس اسٹیل کی متعدد اقسام تیار کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ عبوری دھاتوں کے ساتھ غیر عبوری دھاتوں کی بھرتیں جیسے (پیتل کاپر، زنک) اور کانسہ (کاپر-ٹن) بھی صنعتی اعتبار سے کافی اہم ہیں۔

مثال 8.9 تکسیدی حالت کی غیر متناسبیت (disproportionation) سے کیا مراد ہے؟ ایک مثال دیجیے۔

حل جب کوئی مخصوص تکسیدی حالت دیگر تکسیدی حالتوں کی نسبت میں کم مستحکم ہو جاتی ہے، ایک کم، ایک زیادہ، تو کہا جاتا ہے کہ غیر متناسب ہے۔ مثال کے طور پر مینگنیز (VI) تیزابی محلول میں مینگنیز (VII) اور مینگنیز (IV) کی نسبت میں غیر مستحکم ہو جاتا ہے۔

$$3Mn^{VI}O_4^{2-} + 4H^+ \rightarrow 2Mn^{VII}O_4^- + Mn^{IV}O_2 + 2H_2O$$

متن پر مبنی سوالات

8.9 Cu^+ آین آبی محلولوں میں مستحکم کیوں نہیں ہے؟ تشریح کیجیے۔

8.4 عبوری دھاتوں کے کچھ اہم مرکبات (Some Important Compounds of Transition Elements)

8.4.1 دھاتوں کے آکسائڈ اور آکسوائن آین (Oxides and Oxoanions of Metals)

یہ آکسائڈ عام طور سے بہت زیادہ درجۂ حرارت پر دھاتوں کے آکسیجن سے تعامل کے نتیجے میں بنتے ہیں۔ اسکینڈیم کو چھوڑ کر باقی سبھی دھاتیں Mo آکسائڈ بناتی ہیں۔ جو کہ آینی ہوتے ہیں۔ آکسائڈوں میں سب سے بڑا تکسیدی عدد گروپ نمبر کے ساتھ منطبق ہوتا ہے اور یہ Sc_2O_3 سے لے کر $M_{n2}O_7$ تک پایا جاتا ہے۔ گروپ 7 کے بعد $F_{e2}O_3$ سے اوپر آئرن کا کوئی بھی آکسائڈ معلوم نہیں ہے۔ آکسائڈوں کے علاوہ آکسوکیٹ آین V^V کو VO_2^+ کی شکل میں، V^{IV} کو کی شکل میں اور Ti^{IV} کو TiO^{2+} کی شکل میں اسٹیبلائز کرتے ہیں۔

جیسے جیسے دھات کے تکسیدی عدد میں اضافہ ہوتا ہے آینی خصوصیت کم ہوتی جاتی ہے۔ Mn کے معاملے $M_{n2}O_{-7}$ ایک شریک گرفت سبز تیل ہے۔ یہاں تک کہ C_2O_3 اور V_2O_5 کے نقطۂ گداخت کم ہوتے ہیں۔ ان اونچے آکسائڈوں میں تیزابی خصوصیت غالب رہتی ہے۔

اس طرح Mn_2O_7 سے HM_nO_4 حاصل ہوتا ہے اور CrO_3 سے اور H_2CrO_4 اور $H_2Cr_2O_7$ حاصل ہوتا ہے۔ V_2O_5 حالانکہ ایمفوٹیرک ہے اور یہ VO_4^{3-} نیز V_2O_5 نمک تشکیل دیتا ہے۔ وینڈیم میں ایک باقاعدہ تبدیلی ہے اساسی V_2O_3 سے لے کر کم اساسی V_2O_4 تک اور ایمفوٹیرک V_2O_5 تک۔ V_2O_5 القلی اور تیزاب دونوں تعامل کرتا ہے اور بالترتیب VO_4^{3-} اور VO_4^+ حاصل ہوتے ہیں۔ مشہور CrO اساسی ہے لیکن Cr_2O_3 ایمفوٹیرک ہے۔

پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ $K_2Cr_2O_7$ (Potassium Dichromate $K_2Cr_2O_7$)

پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ ایک بہت اہم کیمکل ہے جو کہ چمڑے کی صنعت میں کافی اہمیت کا حامل ہے اور متعدد ایزو (azo) مرکبات بنانے کے لیے تکسید کار کے طور پر بھی اہم ہے۔ ڈائی کرومیٹ عام طور سے کرومیٹ سے بنائے جاتے ہیں جو کہ کرومائٹ کچ دھات $(FeCr_2O_4)$ اور سوڈیم یا پوٹاشیم کاربونیٹ کے گداخت (ہوا کی موجودگی میں) سے تیار کیا جاتا ہے۔ سوڈیم کاربونیٹ کے ساتھ تعامل مندرجہ ذیل ہے:

$$4\,FeCr_2O_4 + 8\,Na_2CO_3 + 7\,O_2 \rightarrow 8\,Na_2CrO_4 + 2\,Fe_2O_3 + 8\,CO_2$$

سوڈیم کرومیٹ کے زرد محلول کو چھان کر اسے سلفیورک ایسڈ سے تیزابی بنایا جاتا ہے۔ حاصل ہونے والے محلول سے سوڈیم ڈائی کرومیٹ $Na_2Cr_2O_7.\ 2H_2O$ کا کرسٹلائزیشن کیا گیا ہے۔

$$2Na_2CrO_4 + 2\,H+ \rightarrow Na_2Cr_2O_7 + 2\,Na^+ + H_2O$$

پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ کے مقابلے میں سوڈیم کرومیٹ زیادہ حل پذیر ہے۔ سوڈیم ڈائی کرومیٹ کے محلول کا پوٹاشیم کلورائڈ کے ساتھ تعامل کرا کر پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ تیار کیا جاتا ہے۔

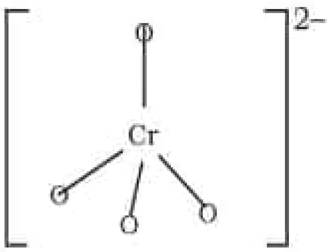
$$Na_2Cr_2O_7 + 2\,KCl \rightarrow K_2Cr_2O_7 + 2\,NaCl$$

پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ کے نارنجی کرسٹل حاصل ہوجاتے ہیں۔ کرومیٹ اور ڈائی کرومیٹ آبی محلول میں ایک دوسرے میں تبدیل ہوجاتے ہیں جس کا انحصار محلول کی pH پر منحصر ہوتا ہے۔ کرومیم کی تکسیدی حالت کرومیٹ اور ڈائی کرومیٹ دونوں میں یکساں ہوتی ہے۔

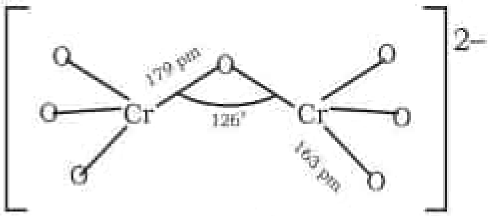
$$2\,CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightarrow Cr_2O_2^{2-} + H_2O$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 2\,OH^- \rightarrow 2\,CrO_4^{2-} + H_2O$$

کرومیٹ آین، CrO_4^{2-} اور ڈائی کرومیٹ آین $Cr_2O_7^{2-}$ کی ساختیں ذیل میں دی گئی ہیں۔ کرومیٹ آین ٹیٹرا ہیڈرل ہوتا ہے جبکہ ڈائی کرومیٹ آین دو ٹیٹرا ہیڈرن پر مشتمل ہوتا ہے جو 126° کا Cr–O–Cr بانڈ زاویہ بناتے ہوئے ایک کونے پر ساجھا کیے ہوتے ہیں۔



کرومیٹ آین



ڈائی کرومیٹ آین

سوڈیم اور پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ مضبوط تکسیدی ایجنٹ ہوتے ہیں۔ سوڈیم نمک پانی میں بہت زیادہ حل پذیر ہے اور نامیاتی کیمیا میں تکسیدی ایجنٹ کے طور پر بڑے پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے۔ پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ کا استعمال حجمی تحلیل میں ابتدائی معیار کے طور پر کیا جاتا ہے۔ تیزابی محلول میں اس کے تکسیدی عمل کو مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad (E^\ominus = 1.33V)$$

اس طرح تیزابی پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ آیوڈائڈ کی آیوڈین میں سلفائڈ کی سلفر میں، ٹن (II) کی ٹن (IV) میں اور آئرن (II) نمکوں کی آئرن (III) میں تکسید کردیتا ہے۔ نصف تعامل ذیل میں ملاحظہ کیجیے۔

$$3\,Sn^{2+} \rightarrow 3Sn^{4+} + 6\,e^- \qquad 6\,I^- \rightarrow 3I_2 + 6\,e^-$$

$$6\,Fe^{2+} \rightarrow 6Fe^{3+} + 6\,e^- \qquad 3\,H_2S \rightarrow 6H^+ + 3S + 6e^-$$

مکمل آینی مساوات کو پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ کے لیے نصف تعامل کو تحویلی ایجنٹ کے لیے نصف تعامل میں جمع کرکے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ مثلاً

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,Fe^{2+} \rightarrow 2\,Cr^{3+} + 6\,Fe^{3+} + 7\,H_2O$$

پوٹاشیم پر مینگنیٹ (Potassium permanganate $KMnO_4$)

پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ کو MnO_2 کی قلوی دھاتی ہائڈروکسائڈ اور KNO_3 جیسے تکسیدی ایجنٹ کے ساتھ گداخت کرکے بنایا جاتا ہے۔ اس طریقے سے گہرا ہرا K_2MnO_4 حاصل ہوتا ہے جو تعدیلی یا تیزابی محلول میں disproportionate ہوجاتا ہے اور پرمینگنیٹ حاصل ہوجاتا ہے۔

$$2MnO_2 + 4KOH + O_2 \rightarrow 2K_2MnO_4 + 2H_2O$$

$$3MnO4^{2-} + 4H^+ \rightarrow 2MnO_4 + MnO_2 + 2H_2O$$

اسے تجارتی پیانے پر حاصل کرنے کے لیے پہلے MnO_2 کی قلوی تکسیدی گداخت کی جاتی ہے اس کے بعد مینگنیٹ (IV) کی الٹرولائٹک تکسید کی جاتی ہے۔

$$MnO_2 \xrightarrow[\text{ہوا یا } KNO_3 \text{ کے ساتھ تکسید}]{KOH \text{ کے ساتھ گداخت،}} \underset{\text{مینگنیٹ آین}}{MnO_4^{2-}} \quad : \quad \underset{\text{مینگنیٹ}}{MnO_4^{2-}} \xrightarrow{\text{قلوی محلول میں الیکٹرولائٹک تکسید}} \underset{\text{پرمینگنیٹ آین}}{MnO_4^-}$$

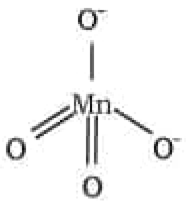
پرمینگنیٹ آین MnO_4 قلوی محلول میں الیکٹرولائٹک تکسید مینگنیٹ آین MnO_4^{2-} ؛ MnO_4^{2-} Kno_3 کے ساتھ گداخت ہوا یا KnO_2 کے ساتھ تکسید

تجربہ گاہ میں، مینگنیز (II) آین نمک پر آکسوڈائی سلفیٹ کے ذریعہ پرمینگنیٹ میں تکسید ہوجاتا ہے۔

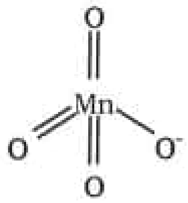
$$2Mn^{2+} + 5S_2O_8^{2-} + 8H_2O \rightarrow 2MnO_4^- + 10SO_4^{2-} + 16 + H^+$$

پوٹاشیم پرمینگنیٹ گہرا جامنی (تقریباً سیاہ) کرسٹل بناتا ہے جن کی ساخت $KClO_4$ جیسی ہی ہوتی ہے۔نمک پانی میں بہت زیادہ حل پذیر نہیں ہے(293K پر 100 گرام پانی میں 6.4 گرام) لیکن 513K تک گرم کرنے پر یہ تحلیل ہوجاتا ہے۔

$$2KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$$



ٹیٹرا ہیڈرل مینگنیٹ (ہرا) آین



ٹیٹرا ہیڈرل پرمینگنیٹ (عنابی) آین

یہ دو طبیعی خصوصیات کا حامل ہے جو کہ کافی دلچسپ ہیں۔اس کا گہرا رنگ اور درجۂ حرارت پر منحصر اس کی پیرامقناطیسیت ان کی تشریح سالماتی ارٹبل تھیوری کے ذریعہ کی جاسکتی ہے جو کہ موجودہ نصاب کے دائرہ کار سے باہر ہے۔

مینگنیٹ اور پیرامینگنیٹ آین ٹیٹرا ہیڈرل ہوتے ہیں، ہرا مینگنیٹ پیرا مقناطیسی ہوتا ہے جس میں ایک بغیر جوڑے کا الیکٹران ہوتا ہے لیکن پیرامینگنیٹ ڈائی مقناطیسی ہوتا ہے۔

π بندش آکسیجن کے p ارٹبل کی مینگنیز کے d ارٹبل کے ساتھ اوورلینگ کے نتیجے میں ہوتی ہے۔

تیزابی پرمینگنیٹ محلول آگزیلیٹ کی کاربن ڈائی آکسائڈ میں آئرن (II) کی آئرن (III) میں، نائٹرائٹ کی نائٹریٹ میں آیوڈائڈ کی آزاد آیوڈین میں تکسید کردیتا ہے۔تحویل کار کے نصف تعاملات ذیل میں دیے گئے ہیں۔

$$5 \begin{array}{l} COO^- \\ | \\ COO^- \end{array} \longrightarrow 10CO_2 + 10e^-$$

$$5Fe^{2+} \rightarrow 5Fe^{3+} + 5e^-$$

$$5NO_2^- + 5H_2O \rightarrow 5NO_3^- + 10H^+ + 10e^-$$

$$10I^- \rightarrow 5I_2 + 10e^-$$

کل تعامل $KMnO_4$ کے لیے نصف تعامل میں تحویلی ایجنٹ کے لیے نصف تعامل کو جمع کرکے حاصل یا جاسکتا ہے، جہاں بھی ضروری متوازن کیجیے۔

اگر ہم پرمینگنیٹ کی مینگنیٹ، مینگنیز ڈائی آکسائڈ اور مینگنیز (II) نمک میں تحویل کو نصف تعاملات کے ذریعہ ظاہر کریں تو۔

$$MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-} \qquad (E^\ominus = +0.56V)$$

$$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 2H_2O \qquad (E^\ominus = 1.69V)$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \qquad (E^\ominus = +1.52V)$$

ہم بالکل واضح طور پر دیکھ سکتے ہیں کہ محلول کا ہائڈروجن آئن ارتکاز تعامل کو متاثر کرنے میں اہم رول ادا کرتا ہے۔ حالانکہ کئی تعاملات کو ریڈاکس مضمر کو ذہن میں رکھتے ہوئے سمجھا جا سکتا ہے۔ تعامل کی حرکیات بھی ایک اہم فیکٹر ہے۔ $[H^+] = 1$ پر مینگنیٹ کو پانی کی تکسید کرنی چاہئے لیکن عملی طور پر تعامل نہایت ست ہوتا ہے جب تک کہ یا تو مینگنیز (II) آئن موجود نہ ہوں یا درجۂ حرارت میں اضافہ نہ کیا جائے۔

$KMnO_4$ کے اہم تکسیدی تعاملات ذیل میں دیے گیے ہیں۔

1۔ تیزابی محلولوں میں

(a) پوٹاشیم آیوڈائڈ سے آیوڈین خارج ہوتی ہے:

$$10I^- + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5I_2$$

(b) Fe^{2+} آئن (ہرا) Fe^{3+} (پیلا) میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O + 5Fe^{3+}$$

(c) 333K پر آکزیلیٹ آئن یا آکزیلک ایسڈ کی تکسید ہوتی ہے۔

$$5C_2O_4^{2} + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 10CO_2$$

(d) ہائڈروجن سلفائڈ کی تکسید ہو جاتی ہے، سلفر کی ترسیب ہوتی ہے،

$$H_2S \rightarrow 2H^+ + S^{2-}$$

$$5S^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 8H_2O + 5S$$

(e) سلفیورس ایسڈ یا سلفائٹ کی سلفیٹ یا سلفیورک ایسڈ میں تکسید ہو جاتی ہے۔

$$5sO_3^{2-} + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 3H_2) + 5SO_4^{2-}$$

(f) نائٹرائٹ کی نائٹریٹ میں تکسید ہو جاتی ہے۔

$$5NO_2^- + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5NO_3^- + 3H_2O$$

2۔ تعدیلی یا معمولی قلوی محلولوں میں

(a) ایک قابل غور تعامل آیوڈائڈ کی آیوڈیٹ میں تکسید ہے۔

$$2MnO_4^- + H_2O + I^- \rightarrow 2MnO_2 + 2OH^- + IO_3^-$$

(b) تھایوسلفیٹ کی سلفیٹ میں تکسید تقریباً مقداری ہوتی ہے۔

$$8MnO_4^- + 3S_2O_3^{2-} + H_2O \rightarrow 8MnO_2 + 6SO_4^{2-} + 2OH^-$$

(c) مینگنس نمک کی MnO_2 میں تکسید ہوتی ہے، زنک سلفیٹ یا زنک آکسائڈ کی موجودگی تکسید کو کیٹلائز کرتی ہے

$$2MnO_4^- + 3Mn^{2+} + 2H_2O \rightarrow 5MnO_2 + 4 + H^+$$

نوٹ: ہائڈروکلورک ایسڈ کی موجودگی میں پرمینگنیٹ ٹائٹریشن اطمینان بخش نہیں ہے کیونکہ ہائڈروکلورک ایسڈ کی کلورین میں تکسید ہوتی ہے۔

استعمال: تجزیاتی کیمسٹری میں اس کے استعمال کے علاوہ، پوٹاشیم پرمینگنیٹ کا استعمال تشکیلی نامیاتی کیمیا میں پسندیدہ تکسید کار کے طور پر کیا جاتا ہے۔ اون، کپاس، ریشم اور دیگر ریشوں کی بلیچنگ کے لیے اور تیلوں کے رنگ اڑانے میں اس کے استعمال اس کی مضبوط تکسیدی پاور پر منحصر ہیں۔

اندرونی عبوری عناصر (f بلاک)

(The Inner Transiton Elements (f-Block)

f بلاک دو سلسلوں یعنی لینتھینائڈ (14 عناصر لینتھینم سے شروع ہوکر) اور ایکٹینائڈ (چودہ عناصر ایکٹینیم سے شروع ہوکر) پر مشتمل ہے۔ کیونکہ لینتھینم، لینتھینائڈ سے بہت زیادہ یکسانیت رکھتا ہے اس لیے اسے عموماً لینتھینائڈ کی کسی بھی بحث میں شامل کیا جاتا ہے جس کے لیے عام علامت Ln کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اسی طرح ایکٹینائڈ کی بحث میں سلسلہ کی تشکیل دینے والے چودہ عناصر کے علاوہ ایکٹینیم کی شمولیت رہتی ہے۔ لینتھینائڈ، کسی بھی سلسلہ کے عام عبوری عناصر کے ممبران کے مقابلے ایک دوسرے سے کافی یکسانیت رکھتے ہیں۔ ان کی صرف ایک مستحکم تکسیدی حالت ہوتی ہے۔ ان کی کیمیا سائز اور نیوکلیائی چارج میں معمولی تبدیلی کے اثر کی جانچ کرنے کا ایک بہترین موقعہ فراہم کرتی ہے۔ اس کے برعکس ایکٹینائڈ کی کیمیا بہت زیادہ پیچیدہ ہے۔ کچھ پیچیدگی تو ان عناصر کی تکسیدی حالتوں کی ایک وسیع رینج کی موجودگی کی وجہ سے ہے اور کچھ ان کی تابکاری کی وجہ سے ان کے مطالعہ میں پیدا ہونے والے مخصوص مسئلوں کی وجہ سے ہے۔ دونوں سلسلوں پر یہاں علیحدہ علیحدہ غور و خوض کیا جائے گا۔

8.5 لینتھینائڈ (The Lanthanoids)

لینتھینم اور لینتھینائڈ (جن کے لیے عمومی علامت Ln استعمال کی جاتی ہے) کے نام، علامات، ایٹمی اور کچھ آئنی حالتوں کے الیکٹرانی تشکل نیز ایٹمی اور آئنی نصف قطر جدول 8.9 میں دیے گیے ہیں۔

8.5.1 الیکٹرانی تشکل (Electronic Congiguration)

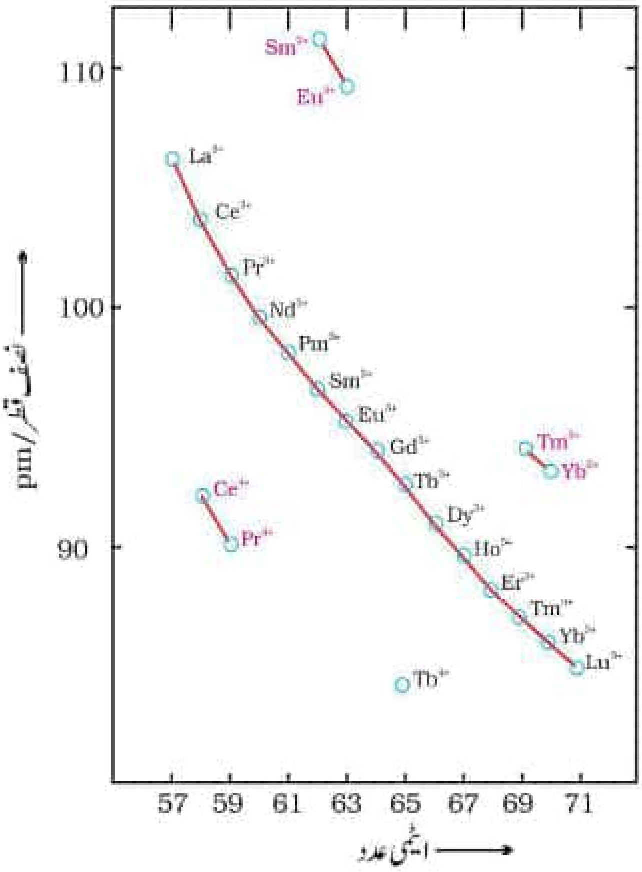
یہ نوٹ کیا جاسکتا ہے کہ ان عناصر کا الیکٹرانی تشکل $6s^2$ مشترک ہے لیکن $4f$ لیول میں الیکٹرانوں کے بھرنے کے طریقے میں تغیر پایا جاتا ہے (جدول 8.9)۔ تاہم سبھی سہ مثبتی آئنوں (تمام لینتھینائڈ کی سب سے زیادہ مستحکم تکسیدی حالت) کا الیکٹرانی تشکل $4f^n$ قسم کا ہوتا ہے۔ (n = 1 to 14 ایٹمی عدد کی بڑھتی ترتیب میں)

8.5.2 ایٹمی اور آئنی سائز (Atomic and Ionic Sizes)

لینتھینم سے لیوٹیٹیم (لینتھینائڈ انقباض) تک ایٹمی اور آئنی نصف قطر میں کل کمی لینتھینائڈ کی کیمیا کی یکتا خصوصیت ہے۔ ایٹمی نصف قطر میں کمی (دھاتوں کی ساختوں سے اخذ شدہ) بہت زیادہ باقاعدہ نہیں ہے جیسا کہ M^{3+} آئنوں میں ہے (شکل 8.6)۔ یہ انقباض بلاشبہ اسی طرح ہے جیسا کہ عام عبوری سلسلہ میں دیکھا جاتا ہے اور

یکساں وجہ کا موجب ہے، یعنی ایک ہی سب شیل میں ایک الیکٹران کے ذریعہ دوسرے الیکٹران کی نا معقول شیلڈنگ۔ تاہم سلسلہ میں نیوکلیائی چارج میں اضافہ کے ساتھ 4*f* الیکٹران کی دوسرے الیکٹران کے ذریعہ شیلڈنگ *d* الیکٹران کی دوسرے الیکٹران کے ذریعہ شیلڈنگ کے مقابلے کم ہوتی ہے۔ ایٹمی عدد میں اضافہ کے ساتھ سائز میں باقاعدہ کمی آتی ہے۔

لینتھیانائڈ سلسلہ کے انقباض کا مجموعی اثر لینتھینائڈ انقباض (lanthanoid contraction) کہلاتا ہے۔ اس کی وجہ سے تیسرے عبوری سلسلہ کے ممبران کے نصف قطر دوسرے سلسلہ کے نظیری ممبران سے کافی یکسانیت رکھتے ہیں۔ Zr (160 pm) اور Hf (159 pm) کے تقریباً یکساں نصف قطر لینتھینائڈ کے انقباض کا نتیجہ ہیں۔ جس کی وجہ سے یہ قدرتی ماحول میں ایک ساتھ پائے جاتے ہیں اور انہیں علیحدہ کرنے میں دقت پیش آتی ہے۔



شکل 8.6: لینتھنائڈوں کے آینی نصف قطر کے رجحانات

8.5.3 تکسیدی حالتیں (Oxidation States)

لینتھینائڈ میں La (II) اور Ln (III) مرکبات predominant اسپیشیز ہیں۔ تاہم کبھی کبھی محلول میں یا ٹھوس مرکبات میں 2+ اور 4+ آین بھی حاصل ہوتے ہیں۔ یہ بے قاعدگی (جیسا کہ آیونائزیشن اینتھالپی میں ہے) خالی، نصف بھرے ہوئے یا بھرتے ہوئے f ذیلی شیل کے اضافی استحکام کی وجہ سے ہے۔ اس طرح Ce^{IV} کی تشکیل میں اس کا نوبل گیس تشکل معاون ہے، لیکن یہ ایک مضبوط تکسید کار ہے۔ Ce^{4+}/Ce^{3+} کے لیے $E^{\ominus}$ قدر 1.74V+ ہے جس سے یہ تجویز ہوتا ہے کہ یہ پانی کی تکسید کرسکتا ہے۔ تاہم تعامل کی شرح بہت ست ہے اور اسی لیے Ce(IV) ایک اچھا تجزیاتی ریجنٹ ہے۔ Pr، Nd، Tb اور Dy بھی 4+ حالت کو ظاہر کرتے ہیں لیکن صرف آکسائڈوں، MO_2 میں۔ Eu^{2+} دو S الیکٹرانوں کے کھو جانے کے سبب بنتا ہے اور اس کا f^7 تشکل اس آین کی تشکیل کے لیے ذمہ دار ہے۔ تاہم Eu^{2+} ایک مضبوط تحویلی ایجنٹ ہے۔ اسی طرح Yb^{2+} جس کا تشکل f^{14} ہے ایک تحویل کار ہے۔ Tb^{IV} میں نصف بھرے ہوئے f آربٹل ہیں اور یہ ایک تکسید کار ہے۔ سیمیریم کا طرز عمل یوروپیم کے طرز عمل سے بہت زیادہ میل کھاتا ہے جو کہ 2+ اور 3+ تکسیدی کا حالتیں ظاہر کرتا ہے۔

8.5.4. عام خصوصیات (General Characteristics)

سبھی لینتھینائڈ چاندی جیسی سفید دھاتیں ہیں اور ہوا میں بہت جلد میلی ہوجاتی ہیں۔ ایٹمی عدد میں اضافہ کے ساتھ ساتھ سختی میں بھی اضافہ ہوتا ہے، سیمیریم اسٹیل جیسا سخت ہے ان کے درجۂ حرارت کی رینج 1000 سے لیکر 1200K تک ہے لیکن سیمیریم 1623K پر پگھلتا ہے۔ ان کی ایک مخصوص دھاتی ساخت ہوتی ہے اور یہ حرارت نیز بجلی کے

جدول 8.9 لینتھنیم اور لینتھنائڈ کے نصف قطر اور الیکٹرانی تشکل

Ln³⁺	Ln	Ln⁴⁺	Ln³⁺	Ln²⁺	Ln	Symbol	Name	Atomic Number
Radii/pm		Electronic configurations*						
106	187		$4f^0$	$5d^1$	$5d^16s^2$	La	Lanthanum	57
103	183	$4f^0$	$4f^1$	$4f^2$	$4f^15d^16s^2$	Ce	Cerium	58
101	182	$4f^1$	$4f^2$	$4f^3$	$4f^36s^2$	Pr	Praseodymium	59
99	181	$4f^2$	$4f^3$	$4f^4$	$4f^46s^2$	Nd	Neodymium	60
98	181		$4f^4$	$4f^5$	$4f^56s^2$	Pm	Promethium	61
96	180		$4f^5$	$4f^6$	$4f^66s^2$	Sm	Samarium	62
95	199		$4f^6$	$4f^7$	$4f^76s^2$	Eu	Europium	63
94	180		$4f^7$	$4f^75d^1$	$4f^75d^16s^2$	Gd	Gadolinium	64
92	178	$4f^7$	$4f^8$	$4f^9$	$4f^96s^2$	Tb	Terbium	65
91	177	$4f^8$	$4f^9$	$4f^{10}$	$4f^{10}6s^2$	Dy	Dysprosium	66
89	176		$4f^{10}$	$4f^{11}$	$4f^{11}6s^2$	Ho	Holmium	67
88	175		$4f^{11}$	$4f^{12}$	$4f^{12}6s^2$	Er	Erbium	68
87	174		$4f^{12}$	$4f^{13}$	$4f^{13}6s^2$	Tm	Thulium	69
86	173		$4f^{13}$	$4f^{14}$	$4f^{14}6s^2$	Yb	Ytterbium	70
–	–	–	$4f^{14}$	$4f^{14}5d^1$	$4f^{14}5d^16s^2$	Lu	Lutetium	71

*صرف [Xe] کور کے بیرونی الیکٹرانوں کو دکھایا گیا ہے۔

اچھے موصل ہیں۔ کثافت اور دیگر خصوصیات میں باقاعدہ تبدیلی دیکھی جاتی ہے سوائے Eu اور Yb کے اور کبھی کبھی Sm اور Tm کے لیے۔

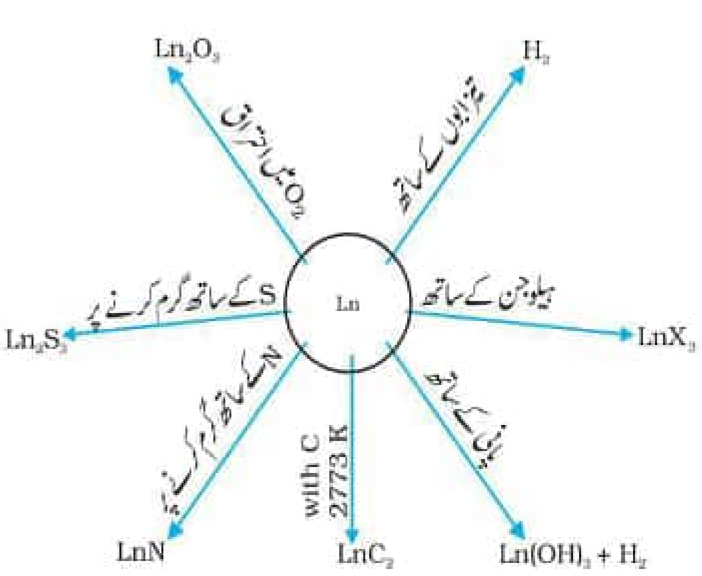
کئی سرگرفتہ لینتھنائڈ آین ٹھوس حالت اور آبی محلولوں میں رنگین ہوتے ہیں۔ ان آینوں کا رنگ f الیکٹرانوں کی موجودگی کی وجہ سے ہے۔ نہ تو La^{3+} اور نہ ہی Lu^{3+} آین کسی قسم کے رنگ کو ظاہر کرتا ہے لیکن باقی کرتے ہیں۔ تاہم انجذابی بینڈ تنگ ہیں، غالباً f لیول کے اندر اشتعال اس کی وجہ ہے۔ f^0 قسم (La^{3+} اور Ce^{4+}) اور f^{14} قسم (Yb^{2+} اور Lu^{3+}) کے علاوہ بھی لینتھنائڈ پیرا مقناطیسی ہیں۔

لینتھنائڈ کی فرسٹ آیونائزیشن اینتھالپی تقریباً 600 $kJmol^{-1}$ ہے۔ سیکنڈ تقریباً 1200 $kJmol^{-1}$ ہے۔ تیسری آیونائزیشن اینتھالپی میں تغیر پر تفصیلی بحث سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ تبادلہ اینتھالپی تامل (جیسا کہ پہلے عبوری سلسلے کے 3d ارٹبل میں ہے)، خالی، نصف بھرے ہوئے اور مکمل بھرے ہوئے ارٹبل f لیول میں مخصوص حد

تک استحکام کا سبب ظاہر ہوتا ہے۔ایسا لینتھینم گوڈولینیم اور لیوٹیٹیم کی تیسری آیونائزیشن اینتھالپی کی غیر معمولی کم قدر سے ظاہر ہوتا ہے۔

ان کے کیمیائی طرز عمل میں،عمومی طور پر، سلسلہ کے ابتدائی ارکان کیلشیم کی طرح بہت زیادہ تعامل پذیر ہیں لیکن، ایٹمی عدد میں اضافے کے ساتھ ساتھ یہ ایلومینیم کی طرح طرز عمل ظاہر کرتے ہیں۔نصف تعامل $Ln^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Ln(s)$ کے لیے $E^\ominus$ کی قدریں 2.2- سے 2.4V- کی رینج میں ہیں۔

Eu کو چھوڑ کر، جس کے لیے قدر 2.0V- ہے۔ یہ بلاشبہ بہت معمولی تغیر ہے۔ جب دھاتوں کو گیس میں گرم کیا جاتا ہے تو یہ ہائڈروجن کے ساتھ متحد ہوجاتی ہیں۔ جب دھاتوں کو کاربن کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے تو کاربائڈ Ln_3C، Ln_3C_3 اور LnC_3 بنتے ہیں۔ یہ ڈائی لیوٹ تیزابوں سے ہائیڈروجن کو خارج کرتے ہیں اور ہیلوجن کے ساتھ جل کر ہیلائڈ بناتے ہیں۔ یہ M_2O_3 آکسائڈ اور $M(OH)_3$ ہائڈروکسائڈ بناتے ہیں۔ ہائڈروکسائڈ متعیّن مرکبات ہیں نہ کہ صرف ہائڈرئیڈ آکسائڈ یہ قلوی مٹی دھاتوں کے آکسائڈوں اور ہائڈروکسائڈوں کی طرح اساسی ہیں۔ ان کے عمومی تعاملات شکل 8.7 میں دکھائے گئے ہیں۔



شکل 8.7: لینتھانائڈوں کے کیمیائی تعاملات

لینتھینائڈ کا سب سے عمدہ واحد استعمال پلیٹ اور پائپ بنانے کے لیے اسٹیل بھرت بنانے میں ہوتا ہے۔ ایک جانی پہچانی بھرت جو کہ mischmetall کہلاتی ہے لینتھینائڈ (~95%)، لوہا (~5%) نیز S، Ca، C اور Al کی تھوڑی سی مقدار پر مشتمل ہوتی ہے۔ mischmetall کا بہترین استعمال Mg پر مبنی بھرتوں میں ہوتا ہے جن سے گولیاں، گولے اور لائٹر فلنٹ بنائے جاتے ہیں۔لینتھینائڈ آمیز آکسائڈوں کا استعمال پیٹرولیم کی کریکنگ میں بطور وسیط کیا جاتا ہے۔ کچھ انفرادی Ln آکسائڈ کا استعمال ٹیلی ویژن اسکرین اور اسی طرح کے فلورینسنگ سطحوں پر فاسفورس (phosphors) کے طور پر کیا جاتا ہے۔

8.6 ایکٹینائڈ (The Actinoids)

ایکٹینائڈ Th سے Lr تک چودہ عناصر پر مشتمل ہیں۔ ان عناصر کے نام، علامات اور کچھ خصوصیات جدول 8.10 میں دی گئی ہیں۔

ایکٹینائڈ تابکار عناصر ہیں اور ابتدائی ممبران کی نصف عمریں نسبتاً طویل ہوتی ہیں، بعد کے ممبران کی نصف عمریں ایک دن سے لے کر 3 منٹ تک (لارینشیم (Z=103)) ہوتی ہیں۔ بعد کے ممبران صرف نینوگرام مقداروں میں ہی تیار کیے جاسکتے ہیں۔ان حقائق کی وجہ سے ہی ان کا مطالعہ دشوار ہے۔

8.6.1 الیکٹرانی تشکل (Electronic Configuration)

ایسا یقین کیا جاتا ہے کہ سبھی ایکٹینائڈ کا الیکٹرانی تشکل $7s^2$ ہے اور 5f اور 6d ذیلی شیل متغیر طور پر بھرے ہوئے ہیں۔ چودہ الیکٹران $5f$ میں رسمی طور پر شامل ہوتے ہیں، حالانکہ تھوریم (Z=90) میں ایسا نہیں ہوتا لیکن Pa سے آگے کی طرف عنصر 103 پر $5f$ آربٹل مکمل ہوتے ہیں۔ ایکٹینائڈ کے الیکٹرانی تشکل میں بے قاعدگی، جیسا کہ لینتھینائڈ

جدول 8.10 ایکٹینیم اور ایکٹینائڈ کی کچھ خصوصیات

ایٹمی عدد	نام	علامت	Electronic configurations* M	M^{3+}	M^{4+}	Radii/pm M^{3+}	M^{4+}
89	Actinium	Ac	$6d^17s^2$	$5f^0$		111	
90	Thorium	Th	$6d^27s^2$	$5f^1$	$5f^0$		99
91	Protactinium	Pa	$5f^26d^17s^2$	$5f^2$	$5f^1$		96
92	Uranium	U	$5f^36d^17s^2$	$5f^3$	$5f^2$	103	93
93	Neptunium	Np	$5f^46d^17s^2$	$5f^4$	$5f^3$	101	92
94	Plutonium	Pu	$5f^67s^2$	$5f^5$	$5f^4$	100	90
95	Americium	Am	$5f^77s^2$	$5f^6$	$5f^5$	99	89
96	Curium	Cm	$5f^76d^17s^2$	$5f^7$	$5f^6$	99	88
97	Berkelium	Bk	$5f^97s^2$	$5f^8$	$5f^7$	98	87
98	Californium	Cf	$5f^{10}7s^2$	$5f^9$	$5f^8$	98	86
99	Einstenium	Es	$5f^{11}7s^2$	$5f^{10}$	$5f^9$	–	–
100	Fermium	Fm	$5f^{12}7s^2$	$5f^{11}$	$5f^{10}$	–	–
101	Mendelevium	Md	$5f^{13}7s^2$	$5f^{12}$	$5f^{11}$	–	–
102	Nobelium	No	$5f^{14}7s^2$	$5f^{13}$	$5f^{12}$	–	–
103	Lawrencium	Lr	$5f^{14}6d^17s^2$	$5f^{14}$	$5f^{13}$	–	–

میں بھی دیکھا گیا، 5f اربٹل کے f^0، f^7 اور f^{14} occupancies کے استحکام سے متعلق ہے۔ اس طرح Am اور Cm کا الیکٹرانی تشکل $[Rn]5f^76d^17s^2$ اور ہے۔ حالانکہ 5f اربٹل اپنے لہر تفاعل کے زاویائی حصہ میں 4f اربٹل کے مشابہ ہیں۔ یہ اس طرح دفن نہیں ہوتے جیسا کہ 4f اربٹل میں ہوتا ہے۔ اور اس طرح 5f الیکٹران ایک بڑی حد تک بندش میں حصہ لے سکتے ہیں۔

8.6.2 آئنی سائز (Ionic Sizes)

لینتھینائڈ کے عمومی رجحان ایکٹینائڈ میں بھی دیکھے جاسکتے ہیں۔ سلسلہ میں ایٹم یا M^{3+} آئنوں کے سائز میں بتدریج اضافہ ہوتا ہے۔ اسے ایکٹینائڈ انقباض کہا جاسکتا ہے۔ (لینتھینائڈ انقباض کی طرح) یہ انقباض حالانکہ سلسلہ میں ایک عنصر سے دوسرے عنصر میں بڑھتا ہے۔ جو کہ 5f الیکٹرانوں کی کمزور شیلڈنگ کا نتیجہ ہے۔

8.6.3 تکسیدی حالتیں (Oxidation States)

تکسیدی حالتوں کی وسیع رینج پائی جاتی ہے جس کی وجہ یہ حقیقت ہے کہ 5f، 6d اور 7s لیول تقابلی توانائی والے ہیں۔ ایکٹینائڈ کی تکسیدی حالتیں جدول 8.11 میں دی گئی ہیں۔

ایکٹینائڈ عموی +3 تکسیدی حالت کو ظاہر کرتے ہیں۔ سلسلہ کے پہلے نصف کے عناصر اونچی تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر زیادہ سے زیادہ تکسیدی حالت +4 (Th میں) سے +5 (Pa میں)، +6 (U میں)

اور Np^{+7} میں تک بڑھتی ہے لیکن اس کے آگے والے عناصر میں یہ گھٹتی ہے (جدول 8.11) لینتھنائڈ کی طرح ہی ایکٹینائڈ کے مرکبات کی تعداد +4 تکسیدی حالت کے مقابلے +3 تکسیدی حالت کے مقابلے زیادہ ہوتی ہے۔ حالانکہ +3 اور +4 آئن میں ہائڈرولائز ہونے کا رجحان ہوتا ہے۔ ایکٹینائڈ میں پہلے اور آخیر کے عناصر کی تکسیدی حالتوں کے اس قدر ناہموار اور مختلف ہونے کی وجہ سے تکسیدی حالتوں کے ضمن میں ان کی کیمیا پر نظر ثانی اطمینان بخش نہیں ہے۔

جدول 8.11 ایکٹینیم اور ایکٹینائڈ کی تکسیدی حالتیں

Lr	No	Md	Fm	Es	Cf	Bk	Cm	Am	Pu	Np	U	Pa	Th	Ac
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3
						4	4	4	4	4	4	4	4	
								5	5	5	5	5		
								6	6	6	6			
									7	7				

8.6.4 عمومی خصوصیات اور لینتھنائڈ کے ساتھ موازنہ (General Characteristics and Comparison with Lanthanoids)

ایکٹینائڈ دھاتیں چاندی جیسی سفید نظر آتی ہیں لیکن متعدد ساختیں ظاہر کرتی ہیں۔ ساختی تنوع کا سبب دھاتی نصف قطر میں بے قاعدگی ہے جو کہ لینتھنائڈ کے مقابلے بہت زیادہ ہے۔

ایکٹینائڈ بہت زیادہ تعامل پذیر دھاتیں ہیں بالخصوص اس وقت جب باریک پاؤڈر کی شکل میں ہوں۔ گرم پانی کے ساتھ تعامل کے نتیجے میں آکسائڈ اور ہائڈرائڈ کا آمیزہ حاصل ہوتا ہے اور غیر دھاتوں کے ساتھ معتدل درجۂ حرارت پر تعامل کرتی ہیں۔ ہائڈروکلورک ایسڈ سبھی دھاتوں کے ساتھ تعامل کرتا ہے لیکن زیادہ تر دھاتیں حفاظتی آکسائڈ کی پرت موجود ہونے کی وجہ سے نائٹرک ایسڈ سے بہت کم متاثر ہوتی ہیں۔ القلی کا ان پر کوئی اثر نہیں ہوتا۔

ایکٹینائڈ کی مقناطیسی خصوصیات لینتھنائڈ کے مقابلے زیادہ پیچیدہ ہیں۔ حالانکہ ایکٹینائڈ کی مقناطیسی میلانیت میں تنوع بغیر جوڑے کے 5f الیکٹرانوں کے ساتھ موٹے طور پر لینتھنائڈ کے لیے نظری نتائج کے متوازی ہے، بعد والوں کے لیے قدر زیادہ ہے۔

ایکٹینائڈ کے طرز عمل سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ ابتدائی ایکٹینائڈ کی اینتھالپی، حالانکہ بالکل صحیح صحیح معلوم نہیں ہے، لیکن ابتدائی لینتھنائڈ کے مقابلے کم ہے۔ یہ حسب توقع ہے کیونکہ یہ امید کی جاتی ہے کہ جب 5f ارٹبل ابھرنا شروع ہوتے ہیں تو الیکٹرانوں کی اندرونی کور میں ان کا تداخل کم ہوتا ہے۔ اس لیے 5f الیکٹران نظری لینتھنائڈ کے 4f الیکٹرانوں کے مقابلے نیوکلیائی چارج کے ذریعہ بہت زیادہ مؤثر طور پر شیلڈ ہوجاتے ہیں۔ کیونکہ بیرونی الیکٹران بہت زیادہ مضبوطی کے ساتھ بندھے نہیں ہوتے لہٰذا ایکٹینائڈ میں بندش کے لیے دستیاب رہتے ہیں۔

جیسا کہ اوپر مذکور ہوا لینتھنائڈ اور ایکٹینائڈ کی مختلف خصوصیات میں موازنہ اس بات کو ظاہر کرتا ہے کہ لینتھنائڈ کے مشابہ طرز عمل ایکٹینائڈ سلسلہ کے دوسرے نصف تک ثابت نہیں ہوتا۔ تاہم ابتدائی ایکٹینائڈ کے مشابہ ہیں جو کہ ایک دوسرے کے ساتھ قریبی یکسانیت کو ظاہر کرتے ہیں اور ان خصوصیات میں بتدریج تنوع کو بھی ظاہر کرتے ہیں۔

جن کا تعلق تکسیدی حالت میں تبدیلی سے نہیں ہے لینتھنائڈ اور ایکٹینائڈ انقباض کا سائز پر توسیعی اثر ہوتا ہے اور اسی لیے عناصر کی خصوصیات ان کے نظیری ادوار میں فروغ پاتی ہیں۔ لینتھنائڈ انقباض بہت زیادہ اہمیت کا حامل ہے کیونکہ موجودہ دور میں ایکٹینائڈ کے عناصر کی کیمسٹری کا علم بہت کم ہے۔

مثال 8.10

لینتھنائڈ سلسلہ کے اس ممبر کا نام بتائیے جو کہ +4 تکسیدی حالت کو ظاہر کرتا ہے۔

حل

سیریم (Z=58)

متن پر مبنی سوالات

8.10 ایکٹینائڈ انقباض ایک عنصر سے دوسرے عنصر میں لینتھنائڈ کے مقابلے زیادہ ہے۔ کیوں؟

8.7 d اور f بلاک عناصر کے کچھ استعمال (Some Applications of d-and f-Block Elements)

آئرن اور اسٹیل اہم ترین تعمیری مادے ہیں۔ ان کی پیداوار آئرن آکسائڈ سے ان کی تحصیل، ملاوٹوں کی علیحدگی اور کاربن کی آمیزش نیز Cr، Mn اور Ni کی بھرت سازی پر مبنی ہے۔ کچھ مرکبات خاص مقاصد کے لیے تیار کیے جاتے ہیں۔ جیس TiO پگمنٹ انڈسٹری کے لیے اور MnO_2 خشک بیٹری سیلوں میں استعمال کے لیے تیار کیے جاتے ہیں۔ بیٹری انڈسٹری کو Zn اور Ni/cd کی بھی ضرورت ہوتی ہے۔ گروپ 11 کے عناصر آج بھی قیمتی ہیں کیونکہ یہ سکہ دھاتیں کہلاتے ہیں، حالانکہ Ag اور Au ذخیرہ اندوزی کی اشیا تک محدود ہیں اور عصری UK کا پر، سکے کا پر چڑھا ہوا اسٹیل ہے۔ 'سلور' UK سکے Cu/Ni بھرت ہیں۔ کئی دھاتیں اور یا ان کے مرکبات کیمیائی صنعت میں لازمی وسیط کا درجہ رکھتے ہیں۔ سلفیورک ایسڈ کی تیاری میں V_2O_5، SO_2 تکسید کو کیٹالائز کرتا ہے۔ $Al(CH_3)_3$ کے ساتھ $TiCl_4$ زیگر وسیط (Ziegler catalyst) کی بنیاد تشکیل دیتا ہے جو کہ پالی ایتھائلین (پالیتھین) بنانے میں استعمال ہوتا ہے۔ آئرن وسیط کا استعمال N_2/H_2 آمیزوں سے ہیبر پراسس میں امونیا کی تیاری میں کیا جاتا ہے۔ نکل وسیط چربیوں کے ہائڈروجینیشن میں مدد کرتا ہے۔ واکر پراسس (Wacker process) میں ایتھائین کی ایتھنال میں تکسید $PdCl_2$ کے ذریعہ کیٹلائز ہوتی ہے نکل کمپلیکس الکائنس اور بینزین جیسے دیگر نامیاتی مرکبات کی پالیمر سازی میں کافی اہم ہیں۔ فوٹوگرافک انڈسٹری AgBr کی ضیا حساس خصوصیت پر منحصر ہے۔

خلاصہ

d بلاک گروپ 3 تا 12 پر مشتمل ہے جو کہ دوری جدول کے وسیع درمیانی سیکشن کو گھیرے ہوئے ہے۔ عناصر میں اندرونی d ارٹبل بتدریج بھرے ہوتے ہیں۔ f بلاک کو دوری جدول کے نیچے علیحدہ رکھا گیا ہے اور اس بلاک کے عناصر میں $4f$ اور $5f$ ارٹبل بتدریج بھرے جاتے ہیں۔

$3d$، $4d$ اور $5d$ ارٹبل کے بھرنے کے نظیری عبوری عناصر کے تین سلسلے وجود میں آتے ہیں۔ تمام عبوری عناصر نمایاں دھاتی خصوصیات کو ظاہر کرتے ہیں مثلاً بہت زیادہ تناؤ کی قوت، تار پذیری، ورق پذیری، حرارتی اور برقی ایصالیت اور دھاتی خصوصیت وغیرہ۔ ان کے نقطہ گداخت اور نقطہ جوش بہت زیادہ ہیں جس کا سبب $(n-1)d$ الیکٹرانوں کی شمولیت ہے جس کے نتیجے میں مضبوط بین ایٹمی بندش وجود میں آتی ہے۔ ان زیادہ تر خصوصیات میں maxima ہر سلسلہ کے وسط میں واقع ہوتا ہے جو یہ ظاہر کرتا ہے کہ فی d ارٹبل ایک بغیر جوڑے کا الیکٹران خاص طور سے مضبوط بین ایٹمی باہمی عمل کے لیے موافق تشکل ہے۔

متواتر آیونائزیشن اینتھالپی میں ایٹمی عدد میں اضافے کے ساتھ اتنی تیزی سے اضافہ نہیں ہوتا جتنا کہ خاص گروپ عناصر میں ہوتا ہے۔ اس طرح $(n-1)d$ ارٹبل سے الیکٹرانوں کی متغیر تعداد کا زیاں مستعدی کے ساتھ ناموافق نہیں ہے۔ عبوری عناصر کے طرز عمل میں $(n-1)d$ الیکٹرانوں کی شمولیت ان عناصر میں نمایاں خصوصیات کا سبب بنتی ہے۔ اس طرح متغیر تکسیدی حالتوں کے ساتھ ساتھ یہ پیرا مقناطیسی طرز عمل، وسیلی خصوصیات، رنگین آینوں انٹرا سٹیشیل اور کمپلیکس کی تشکیل کا رجحان ظاہر کرتے ہیں۔

عبوری عناصر بہت زیادہ متنوع کیمیائی طرز عمل ظاہر کرتے ہیں۔ ان میں سے بہت سے تو اس قدر برقی مثبت ہوتے ہیں کہ معدنی تیزابوں میں حل ہو سکیں۔ حالانکہ چند عناصر نوبل ہیں۔ کاپر کو چھوڑ کر پہلے سلسلے کی سبھی دھاتیں نسبتاً متعامل ہیں۔

عبوری دھاتیں آکسیجن، نائٹروجن سلفر اور ہیلوجن جیسی متعدد غیر دھاتوں سے تعامل کر کے بائنری مرکبات بناتی ہیں۔ پہلے سلسلہ کے عبوری دھاتی آکسائڈ عموماً اس وقت بنتے ہیں جب اونچے درجۂ حرارت پر دھاتیں آکسیجن کے ساتھ تعامل کرتی ہیں۔ یہ آکسائڈ تیزابوں اور اساسوں میں گھل کر آکسو دھاتی نمک بناتے ہیں۔ پوٹاشیم ڈائی کرامیٹ اور پوٹاشیم پر مینگنیٹ عام مثالیں ہیں۔ پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ کو بنانے کے لیے ہوا کی موجودگی میں کرومائٹ کا القلی کے ساتھ گداخت کیا جاتا ہے اور پھر اسے تیزابی بنایا جاتا ہے۔ پوٹاشیم پر مینگنیٹ بنانے کے لیے پائرولوسائٹ (MnO_2) کا استعمال کیا جاتا ہے۔ ڈائی کرومیٹ اور مینگنیٹ آین دونوں ہی مضبوط تکسیدی ایجنٹ ہیں۔

اندرونی عبوری عناصر لینتھینائڈ اور ایکٹینائڈ دوری جدول کے f بلاک کی تشکیل کرتے ہیں۔ اندرونی ارٹبل $4f$ کے متواتر بھرے جانے کے ساتھ ساتھ سلسلہ (لینتھینائڈ اور ایکٹینائڈ) کے ایٹمی اور آینی سائز میں بتدریج کمی آجاتی ہے۔ اس کا اثر آگے والی دھاتوں کی کیمیا پر خاص طور سے پڑتا ہے۔ لینتھینیم اور تمام لینتھینائڈ ملائم سفید دھاتیں ہیں۔ یہ پانی سے بآسانی تعامل کر کے +3 آین کا محلول بناتی ہیں۔ پرنسپل تکسیدی حالت +3 ہے حالانکہ کبھی کبھی کچھ دھاتیں +4 اور +2 تکسیدی حالتوں کو بھی ظاہر کرتی ہیں۔ مختلف تکسیدی حالتوں میں پائے جانے کی صلاحیت کے پیش نظر ایکٹینائڈ کی کیمسٹری زیادہ پیچیدہ ہے۔ مزید یہ کہ بہت سے ایکٹینائڈ عناصر تابکار ہیں جو کہ ان عناصر کے مطالعہ کو اور زیادہ مشکل بنا دیتے ہیں۔

d اور f عناصر اور ان کے مرکبات کے متعدد مفید استعمال ہیں۔ ان کے اہم استعمال متعدد قسم کے اسٹیل، بطور وسیط کمپلیکس، نامیاتی تالیف وغیرہ میں ہیں۔

مشقیں

8.1 مندرجہ ذیل کے الیکٹرانی تشکل لکھیے۔

(i) Cr^{3+} (iii) Cu^{+} (v) CO^{2+} (vii) Mn^{2+}

(ii) Pm^{3+} (iv) Ce^{4+} (vi) Lu^{2+} (viii) Th^{4+}

8.2 Mn^{2+} مرکبات اپنی 3+ تکسیدی حالت کے تئیں Fe^{2+} کے مقابلے زیادہ مستحکم کیوں ہیں؟

8.3 مختصر طور پر تشریح کیجیے کہ ایٹمی عدد میں اضافہ کے ساتھ عبوری عناصر کی پہلی قطار کے نصف اوائل میں 2+ حالت زیادہ مستحکم کس طرح ہوجاتی ہے؟

8.4 عبوری عناصر کے پہلے سلسلہ میں الیکٹرانی تشکل تکسیدی حالتوں کے استحکام کو کس حد تک متعین کرتا ہے؟ اپنے جواب کی وضاحت مثالوں کے ذریعہ کیجیے۔

8.5 اس عبوری عناصر کی مستحکم تکسیدی حالت کیا ہو سکتی ہے، جس کے ایٹموں کی گراونڈ اسٹیٹ میں d الیکٹران تشکل $3d^3$، $3d^5$، $3d^8$ اور $3d^4$ ہے؟

8.6 عبوری دھاتوں کے پہلے سلسلہ کے اس آکسو دھاتی این آئن کا نام بتایئے جس میں دھات کی تکسیدی حالت اس کے گروپ نمبر کے مساوی ہوتی ہے۔

8.7 لینتھنائڈ انقباض کیا ہے؟ لینتھنائڈ انقباض کے نتائج کا بیان کیجیے۔

8.8 عبوری عناصر کی خصوصیات کیا ہیں اور یہ عبوری عناصر کیوں کہلاتے ہیں؟ d بلاک کے کون سے عناصر عبوری عناصر نہیں کہلاتے ہیں؟

8.9 عبوری عناصر کا الیکٹران تشکل غیر عبوری عناصر سے کس طرح مختلف ہے۔

8.10 لینتھنائڈ کے ذریعہ ظاہر کی جانے والی مختلف تکسیدی حالتیں کیا ہیں؟

8.11 وجہ بتاتے ہوئے مندرجہ ذیل کی تشریح کیجیے۔

(i) عبوری دھاتیں اور ان کے بہت سے مرکبات پیرامقناطیسی طرز عمل کا اظہار کرتے ہیں۔

(ii) عبوری دھاتوں کے ٹیومائزیشن کی اینتھالپی بہت زیادہ ہیں؟

(iii) عبوری دھاتیں عموماً رنگین مرکبات بناتی ہیں۔

(iv) عبوری دھاتیں اور ان کے بہت سے مرکبات ایک اچھے وسیط کے طور پر کام کرتے ہیں۔

8.12 انٹراسٹیشیل مرکبات کیا ہیں؟ یہ مرکبات عبوری دھاتوں کے لیے کیوں جانے جاتے ہیں؟

8.13 عبوری دھاتوں کی تکسیدی حالتوں میں تغیر غیر عبوری دھاتوں سے مختلف کیوں ہے؟ مثالوں کی مدد سے واضح کیجیے۔

8.14 آئرن کرومائٹ کچ دھات سے پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ بنانے کا طریقہ بیان کیجیے۔ بڑھتی ہوئی pH کا پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ کے محلول پر کیا اثر ہوتا ہے؟

8.15 پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ کے تکسیدی عمل کا بیان کیجیے اور مندرجہ ذیل کے ساتھ اس کے تعامل کی مساوات لکھیے۔

(i) آیوڈائڈ (ii) آئرن (III) محلول اور (iv) H_2S

8.16 پوٹاشیم پرمینگنیٹ کے بنانے کا طریقہ بیان کیجیے۔ تیزابی پرمینگنیک محلول۔

(i) آئرن II آئن (ii) SO_2 اور

(iii) آگزیلک ایسڈ کے ساتھ کس طرح تعامل کرتا ہے۔ تعاملات کی آئنی مساواتیں لکھیے۔

8.17 M^{2+}/M اور M^{3+}/M^{2+} نظاموں کے لیے، کچھ دھاتوں کی $E^\ominus$ قدریں ذیل میں دی گئی ہیں۔ ان اعداد و شمار کا استعمال کر کے مندرجہ ذیل پر اپنی رائے پیش کیجیے

(i) Cr^{3+} اور Mn^{3+} کے مقابلے میں Fe^{3+} کا تیزابی محلول میں استحکام اور

(ii) وہ آسانی جس کے تحت کرومیم یا مینگنیز دھات کے مقابلے لوہے کی تکسید ہوتی ہے۔

8.18 پیشین گوئی کیجیے کہ مندرجہ ذیل میں سے کون آبی محلول میں رنگین ہوگا؟ Ti^{3+}، V^{3+}، Cu^{+}، Se^{3+}، Mn^{2+}، Fe^{3+} اور CO^{2+}۔ ہر ایک کے لیے وجہ بتائیے۔

8.19 پہلے عبوری سلسلہ کے عناصر کے لیے 2+ تکسیدی حالت کے استحکام کا موازنہ کیجیے۔

8.20 مندرجہ ذیل کے حوالے سے ایکٹینائڈ کی کیمسٹری کا لینتھینائڈ کی کیمسٹری سے موازنہ کیجیے۔

(i) الیکٹران تشکل (iii) تکسیدی حالت

(ii) ایٹمی اور آئنی سائز (iv) کیمیائی تعاملیت

8.21 آپ مندرجہ ذیل کی کیا وجہ بتائیں گے؟

(i) d^4 اسپیشیز میں سے Cr^{2+} مضبوط تحویلی ایجنٹ ہے جبکہ مینگنیز (III) مضبوط تکسیدی ایجنٹ ہے۔

(ii) کوبالٹ (II) آبی محلول میں مستحکم ہے لیکن کمپلیکس ریجنٹ کی موجودگی میں بہ آسانی تکسید ہو جاتا ہے۔

(iii) آئنوں میں d^1 تشکل بہت زیادہ غیر مستحکم ہے۔

8.22 غیر تناسب سے کیا مراد ہے؟ آبی محلول میں غیر تناسب تعاملات کی دو مثالیں پیش کیجیے۔

8.23 عبوری دھاتوں کے پہلے سلسلہ کی کون سی دھات زیادہ تکرار کے ساتھ 1+ تکسیدی حالت کو ظاہر کرتی ہے اور کیوں؟

8.24 مندرجہ ذیل گیسی آئنوں میں بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی تعداد کا حساب لگائیے۔

Mn^{3+}، Cr^{3+}، V^{3+}، Ti^{3+}۔ ان میں سے کون آبی محلول میں سب سے زیادہ مستحکم ہے؟

8.25 عبوری دھاتوں کی کیمسٹری کی مندرجہ ذیل خصوصیات کے لیے مثالیں دیجیے اور وجہ بتائیے۔

(i) عبوری دھات کا کمترین آکسائڈ اساسی ہے۔ سب سے بڑا ایمفوٹیرٹ/تیزابی ہے۔

(ii) عبوری دھاتیں آکسائڈ اور فلورائڈ میں سب سے زیادہ تکسیدی حالت ظاہر کرتی ہیں۔

(iii) دھات کے آکسواین آینوں میں سب سے زیادہ تکسیدی حالت ظاہر ہوتی ہے۔

8.26 مندرجہ ذیل کی تیاری کے مراحل بیان کیجیے۔

(i) کرومائٹ کچ دھات سے $K_2Cr_2O_7$ (ii) پائرولوسائٹ کچ دھات سے $KMnO_4$

8.27 بھرت کیا ہیں؟ اس اہم بھرت کا نام بتایئے جو لینتھینائڈ دھاتوں پر مشتمل ہوتی ہے۔ اس کے استعمال بھی لکھیے۔

8.28 اندرونی عبوری عناصر کیا ہیں؟ متعین کیجیے کہ مندرجہ ذیل میں سے کون سے ایٹمی اعداد اندرونی عبوری عناصر کے ایٹمی عدد میں: 29، 59، 74، 95، 102، 104

8.29 ایکٹینائڈ عناصر کی کیمسٹری اتنی آسان نہیں ہے جتنی کہ لینتھینائڈ کی ہے ان عناصر کی تکسیدی حالت کی مثالیں دے کر اس بیان کے لیے جواز پیش کیجیے۔

8.30 ایکٹینائڈ سلسلہ کا آخری عنصر کون سا ہے؟ اس عنصر کا الیکٹرانی تشکل لکھیے۔ اس عنصر کی ممکنہ تکسیدی حالت پر اپنی رائے پیش کیجیے۔

8.31 Ce^{3+} آین کا الیکٹرانی تشکل معلوم کرنے کے لیے ہنڈ کا قاعدہ استعمال کیجیے اور spin-only، فارمولہ کی بنیاد پر اس کے مقناطیسی مومنٹ کا حساب لگایئے۔

8.32 لینتھانائڈ سلسلہ کے ان ممبران کے نام بتایئے جو 4+ تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتے ہیں اور وہ جو 2+ تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ اس قسم کے طرز عمل اور ان عناصر کے الیکٹرانی تشکل کے درمیان تعلق قائم کیجیے۔

8.33 مندرجہ ذیل حوالوں کے ساتھ ایکٹینائڈ کی کیمسٹری کا لینتھینائڈ کی کیمسٹری سے موازنہ کیجیے۔

(i) الیکٹرانی تشکل (ii) تکسیدی حالتیں اور (iii) کیمیائی تعاملیت

8.34 ان عناصر کے الیکٹرانی تشکل لکھیے جن کے ایٹمی عدد 61، 91، 101 اور 109 ہیں۔

8.35 عبوری دھاتوں کے پہلے سلسلہ کی عمومی خصوصیات کا موازنہ ان کے متعلقہ عمودی کالموں میں دوسرے اور تیسرے سلسلہ کی دھاتوں سے کیجیے۔ مندرجہ ذیل نکات پر مخصوص توجہ دیجیے۔

(i) الیکٹرانی تشکل (ii) تکسیدی حالتیں (iii) آیونائزیشن اینتھالپی اور (iv) ایٹمی سائز

8.36 مندرجہ ذیل ہر ایک آین میں 3d الیکٹرانوں کی تعداد لکھیے۔

Ti^{2+}، V^{2+}، Cr^{3+}، Mn^{2+}، Fe^{3+}، CO^{2+}، Ni^{2+} اور Cu^{2+}۔ دکھایئے کہ ان ہائڈریٹیڈ آینوں کے ذریعہ گھیرے گئے پانچ 3d ارٹبل کے بارے میں کیا امید کرتے ہیں۔

8.37 اس بیان پر اپنی رائے پیش کیجیے کہ پہلے عبوری سلسلہ کے عناصر بھاری عبوری عناصر کے مقابلے کئی مختلف خصوصیات کے حامل ہوتے ہیں۔

8.38 مندرجہ ذیل کمپلیکس اسپیشیز کے مقناطیسی مومنٹ کی قدروں سے کیا نتیجہ اخذ کیا جا سکتا ہے؟

مثال	مقناطیسی مومنٹ (Bm)
$K_4[M_n(CN)_6]$	2-2
$[Fe(H_2O)_6]^{2+}$	5-3
$K_2[MnCl_4]$	5-9

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جواب

8.1 چاندی (z=47) 2+ تکسیدی حالت کو ظاہر کرسکتی ہے۔ جب اس میں نامکمل بھرے ہوئے d ارٹبل (4d) ہوں گے، اس طرح یہ عبوری عنصر ہے۔

8.2 دھاتی بانڈ کی تشکیل میں، زنک کے معاملے میں 3d ارٹبل سے کوئی بھی الیکٹران شامل نہیں ہوتا، جبکہ 3d سلسلہ کی دیگر دھاتوں میں دھاتی بانڈ کی تشکیل میں d ارٹبل کے الیکٹران ہمیشہ شامل رہتے ہیں۔

8.3 مینگنیز (Z=25) کیونکہ اس کے ایٹم میں بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی تعداد سب سے زیادہ ہوتی ہے۔

8.5 آیونائزیشن اینتھالپی میں بے قاعدہ تغیر مختلف 3d تشکلات (مثلاً d^0، d^5، d^{10} استثنائی طور پر مستحکم ہیں) کے استحکام کی متنوع ڈگری کا سبب ہے۔

8.6 کم سائز اور بہت زیادہ برقی منفیت کی وجہ سے آکسیجن یا فلورین دھات کو اس کی سب سے زیادہ تکسیدی حالت تک تکسید کرسکتی ہے۔

8.7 Cr^{2+}، Fe^{2+} کے مقابلے میں مضبوط تحویلی ایجنٹ ہے۔

وجہ: $d^3 \rightarrow d^4$ Cr^{2+} سے Cr^{3+} معاملے میں ہوتا ہے۔

لیکن $d^5 \rightarrow d^6$، Fe^{2+} سے Fe^{3+} کے معاملے میں ہوتا ہے۔

ایک میڈیم (مثلاً پانی) میں d^3 بہ مقابلے d^5 زیادہ مستحکم ہے (دیکھیے CFSE)

8.9 Cu کی آبی محلول میں غیر متناسبت ہوتی ہے یعنی

$$2Cu^{+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + Cu(s)$$

اس کے لیے E^0 کی قدر موافق ہے۔

8.10 5f الیکٹرانوں کی نیوکلیائی چارج کے ذریعہ زیادہ مؤثر طور پر شیلڈنگ ہوجاتی ہے۔ بالفاظ دیگر سلسلہ میں 5f الیکٹران خود ایک عنصر سے دوسرے عنصر میں کمتر ور شیلڈنگ مہیا کرتے ہیں۔

یونٹ

9

کوآرڈینیشن مرکبات
(Coordination Compounds)

کوآرڈینیشن مرکبات جدید غیر نامیاتی اور حیاتیاتی غیر نامیاتی کیمسٹری نیز کیمیائی صنعت کی ریڑھ کی ہڈی ہیں۔

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- کوآرڈینیشن مرکبات کے ورنر اصول کے مفروضات کی اہمیت کو سمجھ سکیں۔
- کوآرڈینیشن ہستی، مرکزی ایٹم/آین، لگنڈ (Ligand)، کوآرڈینیشن نمبر، کوآرڈینیشن اسفیئر، کوآرڈینیشن پالی ہیڈرن، تکسیری عدد، ہوموليپٹک اور ہیٹرو لیپٹک جیسی اصطلاحات کے معنی جان سکیں۔
- کوآرڈینیشن مرکبات کے تسمیہ کے قاعدے سیکھ سکیں۔
- سالماتی کوآرڈینیشن مرکبات کے فارمولے اور نام لکھ سکیں۔
- کوآرڈینیشن مرکبات میں مختلف قسم کی آئسومیرزم کی تعریف بیان کر سکیں۔
- ویلنس بانڈ اور کرسٹل فیلڈ تھیوری کی بنیاد پر کوآرڈینیشن مرکبات میں بندش کی نوعیت کو سمجھ سکیں۔
- ہماری روز مرہ کی زندگی میں کوآرڈینیشن مرکبات کی اہمیت اور اطلاق کو سمجھ سکیں۔

گذشتہ اکائی میں ہم نے سیکھا ہے کہ عبوری دھاتیں بڑی تعداد میں کمپلیکس مرکبات کی تشکیل کرتی ہیں جن میں دھاتی ایٹم این آینوں یا تعدیلی سالمات کی ایک بڑی تعداد سے الیکٹران کی ساجھے داری کی وجہ سے بندھے ہوتے ہیں۔ جدید اصطلاح میں اس قسم کے مرکبات کو آرڈی نیشن مرکبات کہلاتے ہیں۔ کوآرڈی نیشن مرکبات کی کیمسٹری جدید غیر نامیاتی کیمسٹری کا ایک اہم مبارزاتی شعبہ ہے۔ کیمیائی بندش اور سالماتی ساخت کے نئے تصورات نے حیاتیاتی نظام کے جاندار اجزا کے افعال کی مکمل جانکاری فراہم کی ہے۔ کلوروفل، ہیموگلوبن اور وٹامن B_{12} بالترتیب میگنیشیم، آئرن اور کوبالٹ کے کوآرڈی نیشن مرکبات ہیں۔ فلز کاری کے مختلف عملوں، صنعتی وسیط اور تجزیاتی ریجنٹ میں کوآرڈی نیشن مرکبات کا استعمال ہوتا ہے۔ برقی ملمع کاری (Electroplating)، کپڑوں کی رنگائی اور ادویاتی کیمیا میں بھی کوآرڈی نیشن مرکبات کے متعدد استعمال ہیں۔

9.1 کوآرڈینیشن مرکبات کا ورنر نظریہ (Werner's Theory of Coordination Compounds)

سب سے پہلے سوئس کیمیا داں الفریڈ ورنر (1866-1919) نے کوآرڈینیشن مرکبات کی ساختوں کے متعلق اپنے خیالات پیش کیے۔ انھوں نے متعدد کوآرڈی نیشن مرکبات کی تشکیل کی اور سادہ تجرباتی تکنیکوں کی مدد سے ان کے طبیعاتی اور کیمیائی طرز عمل کا مطالعہ کیا۔ ورنر نے دھاتی آین کے لیے پرائمری گرفت (Primary Valence) اور سیکنڈری گرفت (Secondary Valence) کا تصور پیش کیا۔ $CrCl_3$، $CoCl_2$ یا $PdCl_2$ جیسے بائنری مرکبات کی پرائمری گرفت بالترتیب 3، 2 اور 2 ہوتی ہے۔ کوبالٹ (iii) کلورائڈ کے امونیا کے ساتھ بننے والے مرکبات کے سلسلہ میں یہ پایا گیا ہے کہ ان کے عام درجۂ حرارت پر ان کے محلول میں سلور نائٹریٹ کی وافر مقدار ملانے میں کچھ کلورائڈ آین AgCl کی شکل میں ترتیب ہو جاتے ہیں اور کچھ محلول میں ہی رہ جاتے ہیں۔

1 mol	$CoCl_3.6NH_3$ پیلا	دیتا ہے	3 mol AgCl
1 mol	$CoCl_3.5NH_3$ بینگنی	دیتا ہے	2 mol AgCl
1 mol	$CoCl_3.4NH_3$ ہرا	دیتا ہے	1 mol AgCl
1 mol	$CoCl_3.4NH_3$ بنفشی	دیتا ہے	1 mol AgCl

مذکورہ بالا مشاہدات اور محلول میں ایصالیت کی پیمائش کے نتائج کو مندرجہ ذیل نکات کی بنیاد پر سمجھایا جاسکتا ہے۔اگر (i) تعامل کے دوران کل ملا کر چھ گروپ (کلورائڈ آین یا امونیا سالمات یا دونوں) کوبالٹ آین سے جڑے رہیں اور (ii) مرکبات کی فارمولہ سازی جدول 9.1 کے مطابق کی جائے، جن میں بڑے بریکٹ میں دکھائے گئے ایٹم ایک واحد ہستی کی تشکیل کرتے ہیں جو کہ تعامل کے حالات میں تحلیل نہیں ہوتے۔ ورنر نے دھاتی آین سے جڑے ان گروپوں کی تعداد کو سیکنڈری گرفت کا نام دیا۔ان سبھی مثالوں میں سیکنڈری گرفت 6 ہے۔

جدول 9.1 کوبالٹ (iii) کلورائڈ۔امونیا کمپلیکس کی فارمولہ سازی

Solutionnducivity corresponds to	فارمولہ	رنگ
1:3 الیکٹرولائٹ	$[Co(NH_3)_6]^{3+}3Cl^-$	پیلا
1:2 الیکٹرولائٹ	$[CoCl(NH_3)_5]^{2+}2Cl^-$	بینگنی
1:1 الیکٹرولائٹ	$[CoCl_2(NH_3)_4]^+Cl^-$	ہرا
1:1 الیکٹرولائٹ	$[CoCl_2(NH_3)_4]^+Cl^-$	بنفشی

نوٹ کیجیے کہ جدول 9.1 میں آخری دو مرکبات کے نسبتی فارمولے یکساں ہیں $CoCl_3.4NH_3$ لیکن خصوصیات مختلف ہیں۔اس قسم کے مرکبات آئسو مر (Isomer) کہلاتے ہیں۔ ورنر نے 1898 میں کوآرڈینیشن مرکبات کا نظریہ پیش کیا۔اہم تصورات ذیل میں دیے گئے ہیں۔

1۔ کوآرڈینیشن مرکبات میں دھاتیں دو قسم کی گرفت ظاہر کرتی ہیں پرائمری اور سیکنڈری

2۔ پرائمری گرفتیں عام طور سے آینی ہوتی ہیں اور منفی آینوں سے مطمئن رہتی ہیں۔

3۔ سیکنڈری گرفتیں غیر آینی ہوتی ہیں۔ یہ تعدیلی سالمات یا منفی آینوں سے مطمئن رہتی ہیں۔ سیکنڈری گرفت کوآرڈینیشن نمبر کے مساوی ہوتی ہے اور اس کی قدر کسی دھات کے لیے مقرر ہوتی ہے۔

4۔ دھات سے سیکنڈری گرفت کے ذریعہ بندھے ہوئے آین/گروپ مختلف کوآرڈینیشن نمبر کے نظری مخصوص طریقے سے مرتب ہوتے ہیں۔

جدید فارمولہ سازی میں اس قسم کی مکانی ترتیب (Spatial Arrangements) کوآرڈینیشن پالی ہیڈرا کہلاتی ہے۔ مربع بریکٹ میں لکھی اسپیشز کوآرڈینیشن ہستیاں یا کمپلیکس کہلاتی ہیں اور مربع بریکٹ کے باہر لکھے آین کاؤنٹر آین کہلاتے ہیں۔

اس نے یہ بھی تصور پیش کیا ہے کہ عبوری دھاتوں کے کوآرڈینیشن مرکبات میں عام طور سے آکٹا ہیڈرل، ٹیٹرا ہیڈرل اور اسکوائر پلینر جیومیٹریائی شکلیں پائی جاتی ہیں۔اس طرح $[Co(NH_3)_6]^{3+}$، $[CoCl(NH_3)_5]^{2+}$ اور $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$ آکٹا ہیڈرل ہستیاں ہیں جب کہ $[Ni(CO)_4]$ اور $[PtCl_4]^{2-}$ بالترتیب ٹیٹرا ہیڈرل اور اسکوائر پلینر ہستیاں ہیں۔

مثال 9.1 آبی محلولوں میں کیے گیے مندرجہ ذیل مشاہدات کی بنیاد پر مندرجہ ذیل مرکبات میں سیکنڈری گرفت بتائیے۔

	فارمولا	وافر مقدار میں $AgNO_3$ ملانے پر فی مول مرکب سے ترسیب ہونے والے $AgCl$ کے مولوں کی تعداد
(i)	$PdCl_2.4NH_3$	2
(ii)	$NiCl_2.6H_2O$	2
(iii)	$0PtCl_4.2HCl$	0
(iv)	$CoCl_3.4NH_3$	1
(v)	$PtCl_2.2NH_3$	0

حل
(i) سیکنڈری 4 (ii) سیکنڈری 6
(iii) سیکنڈری 6 (iv) سیکنڈری 6 (v) سیکنڈری 4

دوھرے نمک اور کمپلیکس کے درمیان فرق (Difference between a double Salt and a Complex)

دوہرے نمک اور کمپلیس دونوں ہی دو یا دو سے زیادہ مستحکم مرکبات کے تناسب پیائی اتحاد کے نتیجے میں بنتے ہیں۔ حالانکہ یہ اس حقیقت کی بنیاد پر ایک دوسرے سے مختلف ہیں کہ کارنیلائٹ $KCl.MgCl_2.6H_2O$، موہر نمک $FeSO_4.(NH_4)2SO_4.6H_2O$، پوٹاش ایلم (پھٹکری) $KAl(SO_4)_2.12H_2O$ وغیرہ جیسے دوہرے نمک پانی میں حل ہوکر مکمل طور سے آینوں میں تحلیل ہوجاتے ہیں۔ تاہم $K_4Fe(CN)_6$ کا $[Fe(CN)_6]^{4-}$ کا کمپلیکس آین Fe^{2+} اور CN^- میں تحلیل نہیں ہوتا۔



(1866-1919)

ورنر کی پیدائش 12 دسمبر 1866 میں ایلیسس کی فرانسیسی ریاست کی ایک چھوٹی سی برادری مل ہاؤس (Mul House) میں ہوئی۔ انھوں نے کیمسٹری کا مطالعہ کارل سہ ہے (جرمنی) میں شروع کیا اور زیورخ (سوئزرلینڈ) میں جاری رہا جہاں انھوں نے 1890 میں ڈاکٹریٹ کے اپنے مطالعے میں کچھ نائٹروجن پر مشتمل کاربن کے مرکبات کی خصوصیات میں فرق کو آئسومیرزم کی بنیاد پر واضح کیا۔ انھوں نے وانٹ ہاف کے ٹیٹرا ہیڈرل کاربن ایٹم کے نظریہ میں اصلاح کرکے نائٹروجن کے لیے اس کی توسیع کی۔ طیفی پیمائشوں کی بنیاد پر ورنر نے کمپلیکس مرکبات کے درمیان بھری اور برقی فرق کو ظاہر کیا۔ درحقیقت ورنر ہی وہ پہلا شخص تھا جس نے کچھ مخصوص کوآرڈینیشن مرکبات میں آپٹکل ایکٹیویٹی کی کھوج کی۔

وہ 1895 میں 29 برس کی عمر میں ہی زیورخ کے Thechinsche Hochsechule میں پروفیسر بن گئے تھے۔ الفریڈ ورنر ایک کیمیاداں اور ماہر تعلیم تھے۔ ان کے کمالات میں کوآرڈینیشن مرکبات کے نظریہ کا ارتقا شامل ہے۔ یہ نظریہ جس میں ورنر نے ایٹوں اور سالمات کے درمیان بندش کے بارے میں انقلابی تصورات پیش کیے، صرف تین برس کے وقفہ (1890-1893) میں پیش کیا۔ انھوں نے اپنی زندگی کا باقی وقت اپنے لیے تصورات کی توثیق کے لیے تجرباتی حمایت جمع کرنے میں خرچ کیا۔ ورنر پہلے سوئز کیمیا داں تھے جنھیں کوآرڈینیشن تھیوری اور ایٹوں کے درمیان بندش پر کیے گئے کام کے لیے 1913 میں نوبل انعام سے نوازا گیا۔

9.2 کوآرڈینیشن مرکبات سے متعلق کچھ اہم ارکان کی تعریفیں

(a) کوآرڈینیشن ہستی (Coordination Entity)

مرکزی دھاتی ایٹم یا آین سے کسی مقررہ تعداد میں جڑے ہوئے آین یا سالمات مل کر کوآرڈینیشن ہستی کی تشکیل کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر $[CoCl_3(NH_3)_3]$ ایک کوآرڈینیشن ہستی ہے جس میں کوبالٹ آین تین امونیا سالمات اور تین کلورائڈ آینوں سے گھرا ہوا ہے۔ دیگر مثالیں ہیں $[Ni(CO)_4]$, $[PtCl_2(NH_3)_2]$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Co(NH_3)_6]^{3+}$

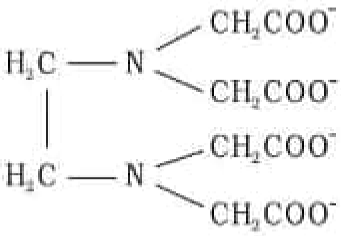
(b) مرکزی ایٹم/آین (Central Atom/Ion)

کوآرڈینیشن ہستی میں وہ ایٹم/آین ہیں جس کے چاروں طرف آینوں/گروپوں کی ایک مقررہ تعداد ایک متعین جیومیٹریائی ترتیب میں موجود ہوتی ہے، مرکزی ایٹم یا آین کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر کوآرڈینیشن ہستیوں $[NiCl_2(H_2O)_4]$, $[CoCl(NH_3)_5]^{2+}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$ are Ni^{2+}, Co^{3+} and Fe^{3+}, میں مرکزی ایٹم/آین بالترتیب Ni^{2+}, Co^{3+} اور Fe^{3+} ہیں۔ یہ مرکزی ایٹم/آین لوئس ایسڈ بھی کہلاتے ہیں۔

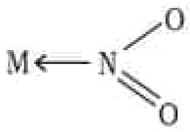
(c) لیگنڈ (Ligands)

کوآرڈینیشن ہستی میں مرکزی ایٹم یا آین سے منسلک آین یا سالمات لیگنڈ کہلاتے ہیں۔ یہ سادہ آین ہوسکتے ہیں جیسے Cl^-، چھوٹے سالمات ہوسکتے ہیں جیسے کہ H_2O یا NH_3، بڑے سالمات ہوسکتے ہیں مثلاً $H_2NCH_2CH_2NH_2$ یا $N(CH_2CH_2NH_2)_3$ یا میکرو سالمات (Macromolecules) بھی ہوسکتے ہیں جیسے کہ پروٹین۔

جب ایک لیگنڈ دھاتی آین سے ایک واحد معطی ایٹم جیسے Cl^-, H_2O یا NH_3 سے منسلک ہوتا ہے تو ایک لیگنڈ ایک دندان (Unidentate) کہلاتا ہے۔ جب لیگنڈ دو معطی ایٹموں سے منسلک ہوتا ہے جیسا کہ $H_2NCH_2CH_2NH_2$ (Ethane-1,2-diamine) یا $C_2O_4^{2-}$ (آگزیلیٹ) تو لیگنڈ دو دندان (Didentate) کہلاتا ہے اور جب واحد لیگنڈ میں کئی معطی ایٹم موجود ہوں تو یہ کثیر دندان (Polydentate) کہلاتا ہے جیسے کہ $N(CH_2CH_2NH_2)_3$ میں۔ ایتھائلین ڈائی امین ٹیٹرا ایسٹیٹ آین $(EDTA^{4-})$ ایک اہم شش دندان (Hexadentate) لیگنڈ ہے۔ یہ دو نائٹروجن اور چار آکسیجن ایٹموں کے ذریعہ ایک مرکزی دھاتی آین سے جڑ سکتا ہے۔



جب ایک دو دندان یا کثیر دندان لیگنڈ ایک ساتھ اپنے دو یا دو سے زیادہ معطی ایٹموں کے ذریعہ واحد دھاتی آین سے جڑتا ہے تو یہ کلیٹ لیگنڈ (Chelate Ligand) کہلاتا ہے اس قسم کے لیگنڈ گروپوں کی تعداد لیگنڈ کی ڈینٹیسٹی (Denticity) کہلاتی ہے۔ اس قسم کے کمپلیکس کلیٹ کمپلیکس کہلاتے ہیں اور یہ ایک دندان پر مشتمل اسی طرح کے کمپلیکس کے مقابلے زیادہ مستحکم ہوتے ہیں وہ لیگنڈ جو دو مختلف (donor)



nitrito-N



nitrito-O

M ← SCN
تھایوسائنیٹو

M ← NCS
آئسو تھایوسائنیٹو

ایٹموں سے جڑ سکتا ہے، ایمبی ڈینٹیٹ (Ambidentate) لیگنڈ کہلاتے ہیں۔اس قسم کے لیگنڈ کی مثالیں ہیں۔ NO_2^- اور SCN^-۔ NO_2^- آین یا تو نائٹروجن سے یا آکسیجن کے ذریعہ مرکزی دھاتی ایٹم/آین سے کوآرڈینیٹ ہوسکتا ہے۔اسی طرح SCN^- آین سلفر یا نائٹروجن ایٹم سے کوآرڈینیٹ ہوسکتا ہے۔

(d) کوآرڈینیشن نمبر (Coordination Number)

ایک کمپلیکس میں دھاتی آین کا کوآرڈینیشن نمبر ان لیگنڈ معطی ایٹموں کے مساوی ہوتا ہے جن سے دھات براہ راست منسلک ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر کمپلیکس آین $[PtCl_6]^{2-}$ اور $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$ میں Pt اور Ni کے کوآرڈینیشن نمبر بالترتیب 6 اور 4 ہیں۔ اسی طرح کمپلیکس آین $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ اور $[Co(en)_3]^{3+}$ میں Fe اور Co دونوں کا کوآرڈینیشن نمبر 6 ہے۔ کیونکہ $C_2O_4^{2-}$ اور en (Ethane-1,2-diamine) ڈائی ڈینیٹ لیگنڈ ہیں۔

یہاں یہ نوٹ کرنا اہم ہے کہ مرکزی ایٹم/آین کا کوآرڈینیشن نمبر مرکزی ایٹم/آین اور لیگنڈ کے درمیان تشکیل پانے والے سگما بانڈ کی تعداد کی بنیاد پر متعین ہوتی ہے۔ اگر لیگنڈ اور مرکزی ایٹم/آین کے درمیان Pi بانڈ تشکیل پاتے ہیں تو انھیں شمار نہیں کیا جاتا۔

(e) کوآرڈینیشن اسفیئر (Coordination Sphere)

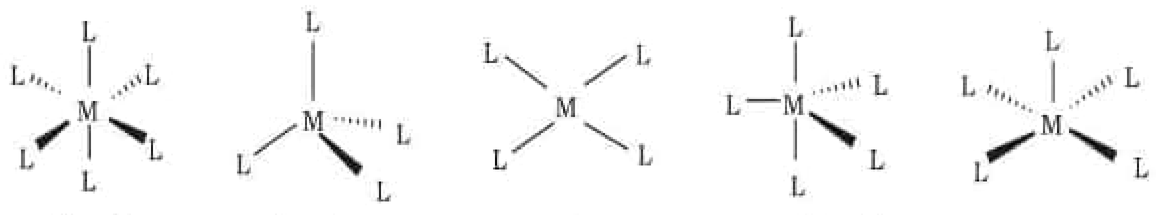
مرکزی ایٹم/آین اور اس سے منسلک لیگنڈ کو مربع بریکٹ میں لکھا جاتا ہے اور اسے مجموعی طور پر کوآرڈینیشن اسفیئر کہا جاتا ہے۔ آینی گروپ کو مربع بریکٹ سے باہر لکھا جاتا ہے اور یہ کاؤنٹر آین کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر کمپلیکس $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ہے اور کاؤنٹر آین K^+ ہے۔

(f) کوآرڈینیشن پالی ہیڈرن (Coordination Polyhedron)

مرکزی ایٹم/آین سے براہ راست منسلک لیگنڈ ایٹموں کی مکانی ترتیب کو مرکزی ایٹم کے اطراف کوآرڈینیشن پالی ہیڈرن کہا جاتا ہے۔ آکٹا ہیڈرل اسکوائر پلانر اور ٹیٹرا ہیڈرل سب سے عام کوآرڈینیشن پالی ہیڈرا ہیں۔ مثال کے طور پر $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ آکٹا ہیڈرل ہے، $[Ni(CO)_4]$ ٹیٹرا ہیڈرل ہے اور $[PtCl_4]^{2-}$ اسکوائر پلانر ہے۔

(g) مرکزی ایٹم کا تکسیدی عدد (Oxidation number of Central Atom)

کمپلیکس میں مرکزی ایٹم کا تکسیدی عدد اس چارج کے برابر ہے جو اس وقت پیدا ہوتا ہے جب ان تمام لیگنڈ کو الیکٹران جوڑوں سمیت ہٹا لیا جائے جو مرکزی ایٹم کے ساتھ شریک ہیں۔ تکسیدی عدد کو کوآرڈینیشن ہستی کے نام میں



آکٹاہیڈرل | ٹیٹراہیڈرل | اسکوائر پلینر | ٹرائی گونل بائی پیرامیڈل | اسکوائر پائرامڈل

شکل 9.1 : میں مختلف کوآرڈینیشن پالی ہیڈرا کی شکلیں دکھائی گئی ہیں۔
M مرکزی ایٹم/آین کو ظاہر کرتا ہے اور L، a (Unidentate) لیگینڈ کوڈ

مرکزی ایٹم کی علامت کے ساتھ قوسین میں رومن ہندسے کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور $[Cu(CN)_4]^{3-}$ میں کاپر کا تکسیری عدد 1+ ہے اور اسے Cu(I) لکھا جاتا ہے۔

(h) ہومو لیپٹک اور ہیٹرو لیپٹک کمپلیکس (Homoleptic and Heteroleptic Complexes)

وہ کمپلیکس جن میں دھات صرف ایک ہی قسم کے معطی گروپوں سے منسلک ہوتی ہے وہ ہومو لیپٹک (Homoleptic) کہلاتے ہیں مثلاً $[Co(NH_3)_6]^{3+}$۔ وہ کمپلیکس جن میں دھات ایک سے زیادہ قسم کے معطی گروپوں سے منسلک ہوتی ہے وہ ہیٹرولپٹک (Heteroleptic) کہلاتے ہیں مثلاً $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$۔

9.3 کوآرڈینیشن مرکبات کا تسمیہ (Nomenclature of Coordination Compounds)

کوآرڈینیشن کیمسٹری میں خاص طور سے آئسومر پر غور کرتے وقت، فارمولوں اور ناموں کو باقاعدگی کے ساتھ اور واضح طور پر لکھنے کے لیے تسمیہ کی بہت اہمیت ہے۔ کوآرڈی نیشن مرکبات کے لیے جو فارمولے اور نام اختیار کیے گئے ہیں وہ IUPAC کی سفارشات پر مبنی ہیں۔

9.3.1 ایک نیوکلیائی کوآرڈینیشن ہستیوں کے فارمولے (Formulas of Mononuclear Coordination Entities)

مرکب کا فارمولہ مرکب کی ترکیب کے متعلق اطلاعات کو مختصر اور آسان شکل میں ظاہر کرنے کا ایک طریقہ ہے۔ ایک نیوکلیائی ہستیاں واحد مرکزی دھاتی ایٹم پر مشتمل ہوتی ہیں۔ فارمولے لکھتے وقت مندرجہ ذیل قاعدوں کا اطلاق ہوتا ہے۔

(i) سب سے پہلے مرکزی ایٹم کو لکھا جاتا ہے۔

(ii) اس کے بعد لیگند کو انگریزی حرف تہجی کی ترتیب میں لکھا جاتا ہے۔ لیگند کا مقام اس کے چارج پر منحصر نہیں ہوتا۔

(ii) کثیر دندان لیگند کو بھی حرف تہجی کی ترتیب میں لکھا جاتا ہے۔ مخفف لیگند کے معاملے میں مخفف کے پہلے حرف کا استعمال حرف تہجی کی ترتیب میں لیگند کے مقام کا تعین کرنے میں کیا جاتا ہے۔

(iv) مکمل کوآرڈینیشن ہستی چارج شدہ ہو یا نہیں، کے لیے فارمولہ مربع بریکٹ میں لکھا جاتا ہے۔ جب لیگند کثیر ایٹمی ہو تو ان کے فارمولے مربع بریکٹ میں لکھے جاتے ہیں۔ جب لیگند کثیر ایٹمی ہو تو ان کے فارمولے قوسین میں لکھے جاتے ہیں۔ لیگند کے مخفف بھی قوسین میں لکھے جاتے ہیں۔

(v) کوآرڈینیشن اسفیئر کے اندر لیگند اور دھات کے درمیان خالی جگہ نہیں چھوڑی جاتی۔

(vi) جب چارج شدہ کوآرڈینیشن ہستی کے فارمولے کو بغیر کاؤنٹر آین کے لکھا جاتا ہے تو چارج کو مربع بریکٹ کے باہر دائیں طرف Super Script میں لکھا جاتا ہے جس میں پہلے چارج کا عدد اور پھر اس کی علامت لکھی جاتی ہے مثلاً $[Co(CN)_6]^{3-}$، $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$

نوٹ: IUPAC 2004 کی سفارشات کے مطابق لیگند کو حرف تہجی کے اعتبار سے ترتیب دیا جانا ھے ان کے چارج کے بلالحاظ

9.3.2 یک نیوکلیائی کوآرڈینیشن مرکبات کا تسمیہ (Naming of Mononuclear Coordination Compounds)

کوآرڈینیشن مرکبات کے نام جمعی تسمیہ کے اصولوں کا اتباع کرتے ہوئے اخذ کیے جاتے ہیں۔ اس طرح وہ گروپ جو مرکزی ایٹم کو گھیرے رہتا ہے انھیں بھی نام میں شامل کیا جاتا ہے۔ یہ مناسب ضارب کے ہمراہ ایٹم کے نام میں سابقہ کے طور پر لکھے جاتے ہیں۔ کوآرڈینیشن مرکبات کے نام لکھتے وقت مندرجہ ذیل قاعدوں کا اطلاق ہوتا ہے۔

(i) مثبت اور منفی چارج شدہ دونوں کوآرڈینیشن ہستیوں میں سے سب سے پہلے کیٹ آین کا نام لکھا جاتا ہے۔

(ii) لیگند کے نام کو مرکزی ایٹم/آین سے پہلے حرف تہجی کی ترتیب میں لکھا جاتا ہے۔ (یہ طریقہ فارمولہ لکھنے کے طریقہ کے برعکس ہے)

(iii) این آینی لیگند کے نام کے آخر میں O- آتا ہے۔ تعدیلی اور کیٹ آینی لیگند کے نام وہی رہتے ہیں، کچھ استثنیٰ بھی ہیں جیسے H_2O کے لیے ایکوا(Equa)، NH_3 کے لیے امین (Amine) Co کے لیے کاربونل اور No کے لیے نائٹروسل۔ انھیں ( ) میں لکھا جاتا ہے۔

(iv) کوآرڈینیشن ہستی میں انفرادی لیگند کی تعداد کو ظاہر کرنے کے لیے مونو، ڈائی، ٹرائی وغیرہ کا استعمال کیا جاتا ہے۔ جب لیگند کے نام میں عددی سابقہ شامل ہو تو bis، tris اور tetrakis اصطلاحات کا استعمال کیا جاتا ہے اور ایسے لیگند کو قوسین میں لکھتے ہیں۔ مثال کے طور پر $[NiCl_2(PPh_3)_2]$ کا نام ڈائی کلوروبس (ٹرائی فینائل فاسفین) نکل(II) ہے۔

(v) کیٹ آین، این آین یا تعدیلی کوآرڈینیشن ہستی میں دھات کا تکسیدی عدد قوسین میں رومن ہندسے کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔

(vi) اگر کمپلیکس آین کیٹ آین ہے تو دھات کا نام وہی رہتا ہے جو عنصر کا نام ہے۔ مثال کے طور پر کمپلیکس کیٹ آین میں Co کا نام کوبالٹ ہے اور pt پلیٹنم ہے۔ اگر کمپلیکس این آین ہے تو دھات کے نام کے آخر میں لاحقہ ate لگایا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر کمپلیکس این آین $[Co(SCN)_4]^{2-}$ میں Co کو کوبالٹیٹ (Cobaltate) کہتے ہیں۔ کچھ دھاتوں کے لیے کمپلیکس این آینوں میں لاطینی ناموں کا بھی استعمال کیا جاتا ہے مثلاً Fe کے لیے فیریٹ (Ferrate)۔

نوٹ: IUPAC-2004 کی سفارشات کے مطابق این آینی لیگند ido پر ختم ہوں گے تاکہ کلورو، Chlorido بن جائے۔

(vii) تعدیلی کمپلیکس سالمات کے نام کمپلیکس کیٹ آین کی طرح ہی رکھے جاتے ہیں مندرجہ ذیل مثالوں سے کوآرڈینیشن مرکبات کے تسمیہ کی وضاحت ہو جائے گی۔

1۔ $[Cr(NH_3)_3(H_2O)_3]Cl_3$ کا نام ہے۔

ٹرائی امین ٹرائی ایکوا کرومیم (iii) کلورائڈ

وضاحت: کمپلیکس آین مربع بریکٹ کے اندر ہے جو کہ کیٹ آین ہے۔

امین لیگند کا نام ایکوا لیگند سے پہلے حرف تہجی کی ترتیب میں لکھا جاتا ہے۔ کیونکہ مرکب میں تین کلورائڈ آین ہیں لہٰذا کمپلیکس پر چارج 3+ (کیونکہ مرکب برقی اعتبار سے تعدیلی ہے) ہونا چاہیے۔ کمپلیکس آین اور لیگند پر موجود چارج کی مدد سے ہم دھات کے تکسیدی عدد کا حساب لگاتے ہیں۔ اس مثال میں تمام لیگند تعدیلی سالمات ہیں لہٰذا کرومیم کا تکسیدی عدد کمپلیکس آین کے چارج یعنی 3+ کے مساوی ہونا چاہیے۔

2۔ $[Co(H_2NCH_2CH_2NH_2)_3]_2(SO_4)_3$ کا نام ہے۔
ٹرِس (ایتھین-1،2-ڈائی امین) کوبالٹ (iii) سلفیٹ

وضاحت: سلفیٹ آین اس سالمہ میں کاؤنٹر آین ہے۔ کیونکہ یہ دو کمپلیکس کیٹ آیون سے بندش کے لیے تین سلفیٹ آین لیتا ہے۔ مزید یہ کہ Ethane-1,2-diamine ایک تعدیلی سالمہ ہے اس لیے کمپلیکس آین میں کوبالٹ کا تکسیدی عدد 3+ ہونا چاہیے۔ یاد رہے کہ آینی مرکب کے نام میں آپ کو کبھی بھی کیٹ آین یا این آین کی تعداد کو ظاہر نہیں کرنا ہے۔

3۔ $[Ag(NH_3)_2][Ag(CN)_2]$ کا نام ہے۔
ڈائی امین سلور (I) ڈائی سائنو ارجنٹیٹ (I)

مثال 9.2 مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن مرکبات کے فارمولے لکھیے۔

(i) ٹیٹرا امین ایکوا کلورائڈ کوبالٹ (III) کلورائڈ
(ii) پوٹاشیم ٹیٹرا ہائڈروکسی ڈوزنکیٹ (II)
(iii) پوٹاشیم ٹرائی آکسیلیٹو ایلیومنیٹ (III)
(iv) ڈائی کلورائڈو بس (ایتھین-1،2-ڈائی امین) کوبالٹ (III)
(v) ٹیٹرا کاربونل نکل (O)

حل

(i) $[Co(NH_3)_4(H_2O)Cl]Cl_2$ (ii) $K_2[Zn(OH)_4]$
(iii) $K_3[Al(C_2O_4)_3]$ (iv) $[CoCl_2(en)_2]^+$
(v) $[Ni(CO)_4]$

مثال 9.3 مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن مرکبات کے IUPAC نام لکھیے۔

(i) $[Pt(NH_3)_2Cl(NO_2)]$ (ii) $K_3[Cr(C_2O_4)_3]$
(iii) $[CoCl_2(en)_2]Cl$ (iv) $[Co(NH_3)_5(CO_3)]Cl$
(v) $Hg[Co(SCN)_4]$

حل

(i) ڈائی امین کلورائڈو نائٹرو-N-پلیٹنم
(ii) پوٹاشیم ٹرائی آکسیلیٹو کرومیٹ (III)
(iii) ڈائی کلورائڈو بس (ایتھین-1،2-ڈائی امین) کوبالٹ (III) کلورائڈ
(iv) پینٹا امین کاربونیٹو کوبالٹ (III) کلورائڈ
(v) مرکری ٹیٹرا تھایوسائنیٹو ایس کوبالٹیٹ (III)

متن پر مبنی سوالات

9.1 مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن مرکبات کے فارمولے لکھیے۔

(i) ٹیٹرا امین ڈائی ایکوا کوبالٹ (III) کلورائڈ

(ii) پوٹاشیم ٹیٹرا سائی نیڈو نکلیٹ (II)

(iii) ٹرس (ایتھین-1،2-ڈائی امین) کرومیم (III) کلورائڈ

(iv) امین بروما ئڈو کلورائڈو نائٹرائٹو-N-پلیٹینیٹ (II)

(v) ڈائی کلورائڈو بس (ایتھین-1،2-ڈائی امین) پلیٹیم (IV) نائٹریٹ

(vi) آئرن (III) ہیکسا سائی نیڈو فیریٹ (II)

9.2 مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن مرکبات کے IUPAC نام لکھیے۔

(i) $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ (ii) $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ (iii) $K_3[Fe(CN)_6]$

(iv) $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$ (v) $K_2[PdCl_4]$

(vi) $[Pt(NH_3)_2Cl(NH_2CH_3)]Cl$

9.4 کوآرڈینیشن مرکبات میں آئسومیرزم (Isomerism in Coordination Compounds)

آئسومر دو یا دو سے زیادہ ایسے مرکبات ہیں جن کے کیمیائی فارمولے یکساں ہوتے ہیں لیکن ان میں ایٹموں کی ترتیب مختلف ہوتی ہے۔ ایٹموں کی مختلف ترتیب کی وجہ سے ان کی ایک یا زیادہ طبیعی یا کیمیائی خصوصیات میں فرق ہوتا ہے۔ کوآرڈینیشن مرکبات میں خاص طور سے دو اہم قسم کی آئسومیرزم معلوم ہیں۔ ان میں سے ہر ایک کی مزید ذیلی تقسیم کی گئی ہے۔

(a) اسٹیریو آئسومیرزم (Stereoisomerism)

(i) جیومیٹریکل آئسومیرزم (ii) آپٹیکل آئسومیرزم

(b) ساختی آئسو میرزم

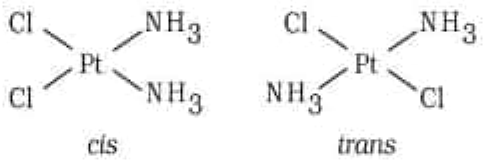
(i) بنڈش آئسومیرزم (ii) کوآرڈینیشن آئسومیرزم

(iii) آیونائزیشن آئسومیرزم (iv) سالویٹ آئسومیرزم

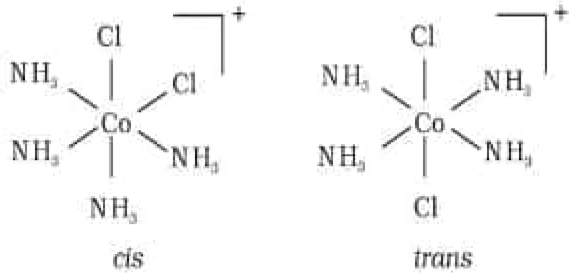
اسٹیریو آئسومر کے کیمیائی فارمولے اور کیمیائی بانڈ یکساں ہوتے ہیں لیکن مکانی ترتیب مختلف ہوتی ہے۔ ساختی آئسومر میں بانڈ مختلف ہوتے ہیں۔ ان آئسومر کا تفصیلی بیان ذیل میں دیا گیا ہے۔

9.4.1 جیومیٹریکل آئسومیرزم (Geometric Isomerism)

اس قسم کی آئسومیرزم ہیٹرولیپٹک کمپلیکس میں پائی جاتی ہے جو کہ لیگنڈ کی مختلف ممکنہ جیومیٹریائی ترتیب کی وجہ سے ہے۔ اس قسم کے طرز عمل کی اہم مثالیں کوآرڈینیشن نمبر 4 اور 6 سے وابستہ ہیں۔ اسکوائر پلینر کمپلیکس جس کا فارمولہ $[MX_2L_2]$ (X اور L یک دندان ہیں) ہے، دو لیگنڈ X، CIS آئسومر میں ایک دوسرے سے متصل ترتیب میں ہو سکتے ہیں یا Trans آئسومر میں ایک دوسرے کے مقابل ہو سکتے ہیں جیسا کہ شکل 9.2 میں دکھایا گیا ہے۔

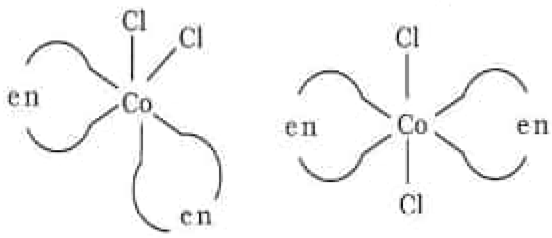


شکل 9.2: $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$ کے جیومیٹریکل آئسومر (cis اور trans)



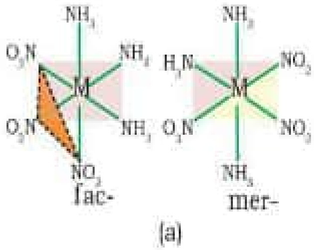
شکل 9.3: $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$ کے جیومیٹریکل آئسو مر (cis اور trans)

MABXL قسم کا ایک اور اسکوائر پلینر کمپلیکس (جہاں A،B،X،L یک دندان ہیں) دو Cis اور ایک Trans یعنی تین آئسو مر ظاہر کرتے ہیں۔ اب ان ساختوں کو بنانے کی کوشش کیجیے۔ اس قسم کی آئسو میرزم ٹیٹرا ہیڈرل جیومیٹری کے لیے ممکن نہیں ہے لیکن اس قسم کا طرزعمل آکٹا ہیڈرل کمپلیکس میں ممکن ہے جن کا فارمولہ $[MX_2L_4]$ ہے جن میں دو لیگنڈ X ایک دوسرے کے cis یا Trans ہوں (شکل 9.3)۔



شکل 9.4: $[CoCl_2(en)_2]$ کے جیومیٹریکل آئسو مر (cis اور trans)

اس قسم کی آئسو میرزم اس وقت بھی پائی جاتی ہے جب $[MX_2(L-L)_2]$ فارمولہ والے کمپلیکس میں دو دندان لیگنڈ L-L (مثلاً $NH_2\,CH_2\,CH_2\,NH_2$ (en)) موجود ہوں۔



شکل 9.5: $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$ کے فیشیل (fac) اور میریڈائنل (mer) آئسومر

$[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$ جیسی [Ma3b3] قسم کی آکٹا ہیڈرل کوآرڈینیشن ہستیوں میں دوسری طرح کی آئسو میرزم پائی جاتی ہے۔ اگر ایک ہی لیگنڈ کے تین معطی ایٹم آکٹا ہیڈرل رخ کے کونوں پر متصل مقامات پر ہیں، تو فیشیل (Fac) آئسو مر حاصل ہوتے ہیں۔ اگر یہ تین معطی ایٹم آکٹا ہیڈرل کے میریڈین (Meridian) پوزیشن میں ہوں تو meridional آئسو مر حاصل ہوتے ہیں (شکل 9.5)۔

مثال 9.4

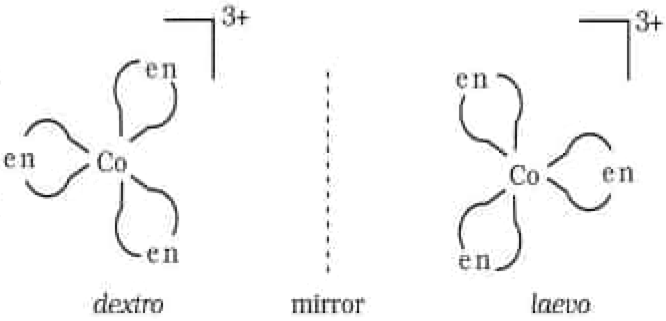
ان ٹیٹرا ہیڈرل کمپلیکس میں جیومیٹریائی آئسو میرزم کیوں ممکن نہیں ہے جن میں دو مختلف قسم کے یک دندان لیگنڈ مرکزی دھاتی آین کے ساتھ جڑے ہوتے ہیں؟

حل

ٹیٹرا ہیڈرل کمپلیکس جیومیٹریائی آئسو میرزم ظاہر نہیں کرتے کیونکہ مرکزی دھاتی ایٹم سے منسلک یک دندان لیگنڈ کے نسبتی مقامات ایک دوسرے کے مناسبت سے یکساں ہوتے ہیں۔

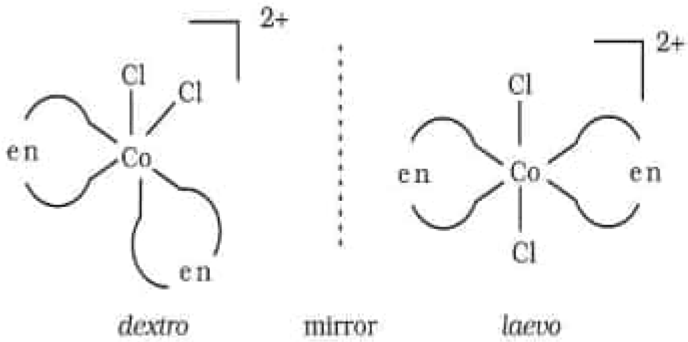
9.4.2 آپٹیکل آئسو میرزم (Optical Isomerism)

آپٹیکل آئسو مر ایک دوسرے کی آئینہ شبیہ ہیں جو ایک دوسرے پر منطبق نہیں ہو سکتے۔ انھیں اینیٹیو مر (Enantiomers) کہا جاتا ہے۔ وہ سالمات یا آین جو منطبق نہیں کیے جاسکتے Chiral کہلاتے ہیں۔ یہ دو شکلیں Dextra(d) اور Laevo (l) کہلاتی ہیں، یہ اس بات پر منحصر ہے کہ تقطیب پیما (Polarimeter) میں تقطیب شدہ روشنی کے مستوی کو کس سمت میں گھماتے ہیں۔ (d- دائیں طرف گردش کرتا ہے اور l بائیں طرف گردش کرتا ہے) دو دندان والے لیگنڈ والے آکٹا ہیڈرل کمپلیکس میں آپٹکل آئسو میرزم عام ہے۔ (شکل 9.6)



شکل 9.6: $[Co(en)_3]^{3+}$ کے آپٹیل آئسو مر (d اور L)

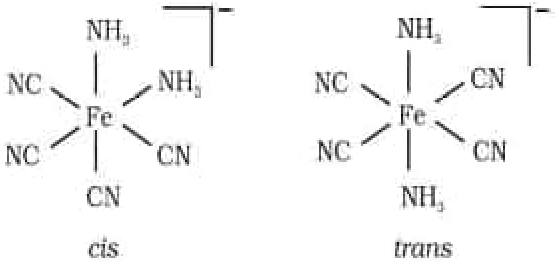
$[PtCl_2(en)_2]^{2+}$ قسم کی کوآرڈینیشن ہستی میں صرف cis آئسومر ہی آپٹیکل سرگرمی کو ظاہر کرتے ہیں (شکل 9.7)



شکل 9.7: $cis\text{-}[ptCl_2(en)_2]^{2+}$ کے آپٹکل آئسومر (d اور l)

مثال 9.5 $[Fe(NH_3)_2(CN)_4]^-$ کے جیومیٹریکل آئسومر کی ساختیں بنائیے۔

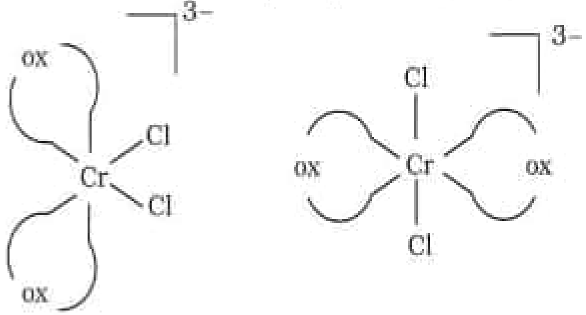
حل



مثال 9.6 مندرجہ ذیل دو کوآرڈینیشن ہستیوں میں سے کون chiral ہے (Optically Active)

(a) $cis\text{-}[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$ (b) $trans\text{-}[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$

حل دونوں ہستیوں کو مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاسکتا ہے



(a) *cis* – $[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$ (b) *trans* – $[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$

ان دونوں میں سے (a) یعنی $cis\text{-}[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$ chiral ہے (Optically Active)

9.4.3 بندشی آئسومیرزم (Linkage Isomerism)

ایمبی ڈینیٹ لیگنڈ پر مشتمل کوآرڈینیشن مرکبات میں بندشی آئسو میرزم پائی جاتی ہے۔ تھایوسائنیٹ لیگنڈ، NCS^-، پر مشتمل کمپلیکس اس قسم کی آئسو میرزم کی ایک سادہ مثال ہے جو نائٹروجن سے جڑ کر M-NCS اور سلفر سے جڑ کر M-SCN دیتا ہے۔ جورجینسن (Jorgenson) نے کمپلیکس $[Co(NH_3)_5(NO_2)]Cl_2$ میں اس قسم کے طرزِ عمل کی کھوج کی گئی ہے۔ اس میں نائٹرائٹ لیگنڈ آکسیجن کے ذریعہ جڑا رہتا ہے (-ONO) اور سرخ رنگ میں حاصل ہوتا ہے اور اگر نائٹرائٹ لیگنڈ نائٹروجن کے ذریعہ جڑا رہتا ہے $(-NO_2)$ تو پیلی شکل میں حاصل ہوتا ہے۔

9.4.4 کوآرڈینیشن آئسومیرزم (Coordination Isomerism)

کسی کمپلیکس میں موجود مختلف دھاتی آینوں کے کیٹ آین اور این آین ہستیوں کے درمیان لیگنڈ کے بین تبادلہ سے اس قسم کی آئسومیرزم پیدا ہوتی ہے۔ کمپلیکس $[Co(NH_3)_6][Cr(CN)_6]$ اس کی ایک مثال ہے جس میں NH_3 لیگنڈ Co^{3+} سے جڑے ہیں اور CN^- لیگنڈ Cr^{3+} سے۔ اس کے کوآرڈینیشن آئسومر $[Cr(NH_3)_6][Co(CN)_6]$ میں NH_3 لیگنڈ Cr^{3+} سے جڑے ہیں اور CH^- لیگنڈ Co^{3+} سے۔

9.4.5 آیونائزیشن آئسومیرزم (Ionisation Isomerism)

جب کسی کمپلیکس نمک میں اس کا کاؤنٹر آین خود ہی ایک مضمر لیگنڈ ہو اور کسی ایسے لیگنڈ کو ہٹا سکے جو کہ کاؤنٹر آین بن سکے تو اس قسم کی آئسومیرزم پیدا ہوتی ہے۔ $[Co(NH_3)_5SO_4]Br$ اور $[Co(NH_3)_5Br]SO_4$ آئسو نائزیشن آئسومیرزم کی مثالیں ہیں۔

9.4.6 سالویٹ آئسومیرزم (Solvate Isomerism)

جب پانی کا استعمال بطور محلل کیا جاتا ہے تو اس قسم کی آئسومیرزم ہائیڈریٹ (hydrate) آئسومیرزم کہلاتی ہے۔ یہ آیونائزیشن آئسومیرزم کی طرح ہی ہے۔ سالویٹ آئسومر میں فرق صرف اتنا ہوتا ہے کہ آیا محلل سالمہ دھاتی آین سے براہ راست منسلک ہے یا نہیں یا کرسٹل لیٹس میں آزاد محلل سالمات کی شکل میں موجود ہوسکتا ہے۔ اس قسم کی ایک مثال ایکوا کمپلیکس $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ (بینگنی) اور اس کا سالویٹ آئسومر $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$ (بھورا ہرا) ہے۔

متن پر مبنی سوالات

9.3 مندرجہ ذیل کمپلیکس کے ذریعہ ظاہر ہونے والی آئسومیرزم کی قسم بتایئے اور ان آئسومر کی ساختیں بنایئے۔

(i) $K[Cr(H_2O)_2(C_2O_4)_2]$ (ii) $[Co(en)_3]Cl_3$

(iii) $[Co(NH_3)_5(NO_2)](NO_3)_2$ (iv) $[Pt(NH_3)(H_2O)Cl_2]$

9.4 اس بات کا ثبوت پیش کیجیے کہ $[Co(NH_3)_5Cl]SO_4$ اور $[Co(NH_3)_5SO_4]Cl$ آیونائزیشن آئسومر ہیں۔

9.5 کوآرڈینیشن مرکبات میں بندش (Bonding in Coordination Compounds)

کوآرڈینیشن مرکبات میں بندشی خصوصیات کا بیان سب سے پہلے ورنر نے کیا تھا لیکن یہ نظریہ مندرجہ ذیل بنیادی سوالات کا جواب نہیں دے سکا۔

(i) کوآرڈینیشن مرکبات بنانے کی خصوصیات صرف کچھ مخصوص عناصر میں ہی کیوں پائی جاتی ہے؟

(ii) کوآرڈینیشن مرکبات میں بانڈ سمتی خصوصیات کے حامل کیوں ہیں؟

(iii) کوآرڈینیشن مرکبات میں نمایاں مقناطیسی اور آپٹیکل خصوصیات کیوں موجود ہوتی ہیں؟

کوآرڈینیشن مرکبات میں بندش کی نوعیت کو سمجھانے کے لیے کئی تجاویز پیش کی گئیں جیسے ویلنس بانڈ تھیوری (VBT)، کرسٹل فیلڈ تھیوری (CFT)، لیگنڈ فیلڈ تھیوری (LFT) اور مالیکولر ارٹبل تھیوری (MOT)۔ ہم یہاں کوآرڈینیشن مرکبات پر VBT اور CFT کے اطلاق کے ابتدائی مباحثہ پر اپنی توجہ مرکوز کریں گے۔

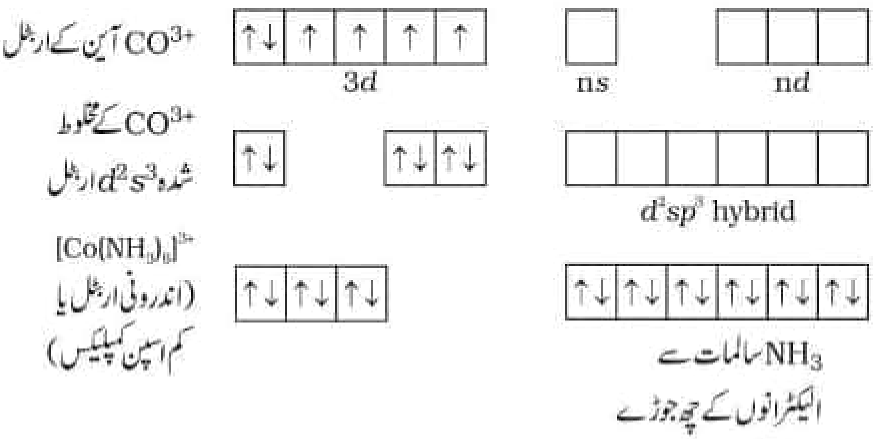
9.5.1 ویلنس بانڈ تھیوری (Valence Bond Theory)

اس تھیوری کے مطابق لیگنڈ کے زیر اثر دھاتی ایٹم/آین اپنے (n-1)d، ns، np، ns یا np، ns، nd ارٹبل کو ہائبریڈائزیشن کے لیے استعمال کرسکتا ہے تاکہ آکٹاہیڈرل، ٹیٹراہیڈرل، اسکوائر پلینر وغیرہ جیسی مقررہ جیومیٹری کے

معادل ارٹبل بنا سکے (جدول 9.2)۔ یہ مخلوط شدہ ارٹبل لیگنڈ ارٹبل کے ساتھ اوور لیپ کرتے ہیں اور لیگنڈ بندش کے لیے اپنے الیکٹران انھیں دے دیتے ہیں۔ اسے مندرجہ ذیل مثالوں سے واضح کیا گیا ہے۔

جدول 9.2: ارٹبل کی تعداد اور ہائبریڈائزیشن کی اقسام

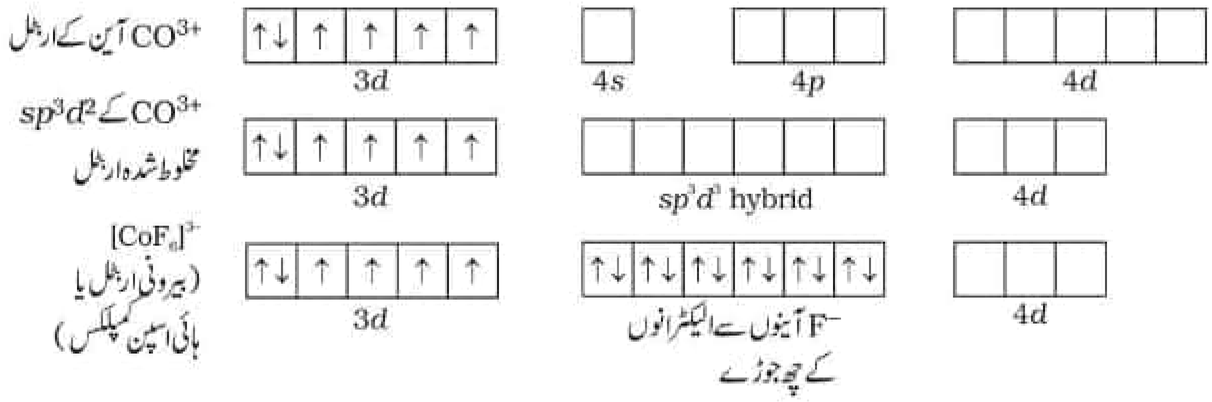
کوآرڈینیشن نمبر	ہائبریڈائزیشن کی قسم	اسپیس میں مخلوط ارٹبل کی تقسیم
4	sp^3	ٹیٹراہیڈرل
4	dsp^2	اسکوائر پلینر
5	sp^3d	ٹرائی گونل بائی پیرامیڈل
6	sp^3d	آکٹاہیڈرل
6	d^2sp^3	آکٹاہیڈرل



ویلنس بانڈ تھیوری کی بنیاد پر کمپلیکس کے مقناطیسی طرزِ عمل کو جان کر اس کی جیومیٹری کا اندازہ لگایا جا سکتا ہے۔

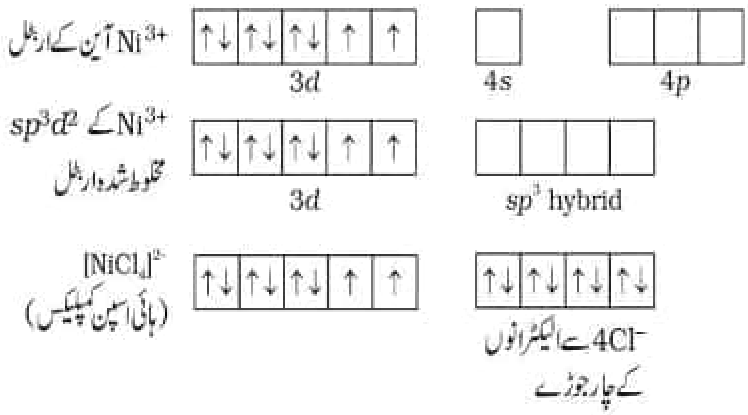
ڈایا مقناطیسی آکٹاہیڈرل کمپلیکس $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ میں کوبالٹ آین 3+ تکسیری حالت میں ہے اور اس کا الیکٹرانی تشکل $3d^6$ ہے۔ ہائبریڈائزیشن اسکیم کو ڈائی گرام میں دکھایا گیا ہے۔

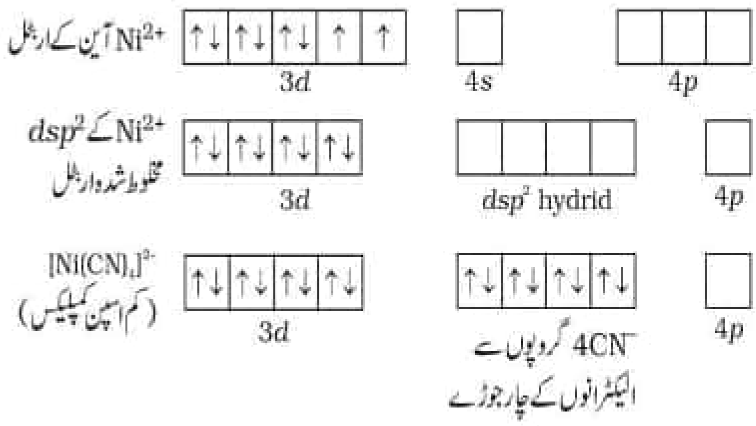
الیکٹرانوں کے چھ جوڑے (ہر ایک NH_3 سالمہ سے ایک) چھ مخلوط ارٹبل میں جگہ گھیرتے ہیں۔ اس طرح کمپلیکس کی جیومیٹری آکٹاہیڈرل ہے اور یہ ڈایا مقناطیسی ہے کیونکہ بغیر جوڑے کے الیکٹران موجود نہیں ہیں۔ اس کمپلیکس کی تشکیل میں، کیونکہ اندرونی d ارٹبل (3d) ہائبریڈائزیشن میں استعمال ہوتے ہیں، کمپلیکس $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ اندرونی ارٹبل (Inner Orbital) یا کم اسپن (Low Spin) یا اسپن جفتہ کمپلیکس (Spin Paired Complex) کہلاتا ہے۔ پیرا مقناطیسی آکٹاہیڈرل کمپلیکس $[CoF_6]^{3-}$ ہائبریڈائزیشن (sp^3d^2) میں بیرونی ارٹبل (4d) کا استعمال کرتا ہے۔ اس



لیے یہ بیرونی اربٹل (Outer Orbital) یا ہائی اسپن (High Spin) یا اسپن جدا کمپلیکس (Spin Free Complex) کہلاتا ہے۔

ٹیٹرا ہیڈرل کمپلیکس میں ایک s اور تین p اربٹل مخلوط ہوکر چار معادل اربٹل بناتے ہیں جو کہ ٹیٹرا ہیڈرل ہوتے ہیں۔ $[NiCl_4]^{2-}$ کے لیے اسے مندرجہ ذیل میں واضح کیا گیا ہے۔ یہاں نکل +2 تکسیری حالت میں ہے اور آین کا الیکٹرانی شکل $3d^8$ ہے۔ ہائبریڈائزیشن اسکیم کو ڈائیگرام میں دکھایا گیا ہے۔





ہر ایک Cl^- آین الیکٹرانوں کا ایک جوڑا ڈونیٹ کردیتا ہے مرکب پیرا مقناطیسی ہے کیونکہ اس میں دو بغیر جوڑے کے الیکٹران ہیں۔ اسی طرح $[Ni(CO)_4]$ کی جیومیٹری ٹیٹرا ہیڈرل ہے لیکن ڈایا مقناطیسی ہے کیونکہ نکل صفر تکسیری حالت میں ہے اور اس میں بغیر جوڑے کا الیکٹران نہیں ہے۔

اسکوائر پلینر کمپلیکس میں dsp^2 مخلوطیت پائی جاتی ہے۔ $[Ni(CN)_4]^{2-}$ اس کی ایک مثال ہے۔ یہاں نکل +2 تکسیدی حالت میں ہے اور اس کا الیکٹرانی شکل $3d^8$ ہے۔ اور ہائبریڈائزیشن اسکیم کو ڈائیگرام میں دکھایا گیا ہے۔ ہر ایک مخلوط شدہ اربٹل سائنائڈ آین سے الیکٹرانوں کا ایک جوڑا حاصل کرتا ہے۔ مرکب ڈایا مقناطیسی ہے کیونکہ بغیر جوڑے کے الیکٹرون موجود نہیں ہیں۔

یہ نوٹ کرنا اہم ہے کہ مخلوط اربٹل کا حقیقت میں کوئی وجود نہیں ہے۔ دراصل مخلوطیت ایٹمی اربٹل کے لیے لہر مساوات (Wave Equation) کی ریاضیاتی تدبیر ہے۔

9.5.2 کوآرڈینیشن مرکبات کی مقناطیسی خصوصیات (Magnetic Properties of Coordination Compounds)

کوآرڈینیشن مرکبات کے مقناطیسی مومنٹ کی پیمائش مقناطیسی اثر پذیری کے تجربات کے ذریعہ کی جاسکتی ہے۔ نتائج کا استعمال دھاتی کمپلیکس کی ساختوں اور غیر جوڑی دار الیکٹرانوں کی تعداد کی جانکاری حاصل کرنے میں کیا جاسکتا ہے۔

پہلے عبوری سلسلہ کی دھاتوں کے کوآرڈینیشن مرکبات کے مقناطیسی اعداد و شمار کا تنقیدی مطالعہ کچھ پیچیدگیاں ظاہر کرتا ہے۔ دھاتی آینوں کے لیے جن کے d اربٹل میں تین تک الیکٹران ہوتے ہیں، مثلاً $Ti^{3+}(d^1)$، $V^{3+}(d^2)$، $Cr^{3+}(d^3)$ میں 4s اور 4p اربٹل کے ساتھ آکٹا ہیڈرل ہائبریڈائزیشن کے لیے دو d اربٹل دستیاب ہیں۔

ان آزاد آینوں اور ان کے کوآرڈینیشن ہستیوں کا مقناطیسی طرز عمل ایک جیسا ہوتا ہے۔ جب تین سے زیادہ 3d الیکٹران موجود ہوں تو آکٹا ہیڈرل مخلوطیت کے لیے درکار دو 3d ارٹبل براہ راست دستیاب نہیں ہوتے (ہنڈ کے قاعدے کے مطابق)۔ اس طرح d^4 (Cr^{2+}, Mn^{3+})، d^5 (Mn^{2+}, Fe^{3+})، d^6 (Fe^{2+}, Co^{3+}) کے لیے دو خالی d ارٹبل دستیاب کروانے کے لیے 3d الیکٹرانوں کی جفتہ سازی کی جاتی ہے جس کے نتیجے میں بالترتیب دو، ایک اور صفر بغیر جوڑے کے الیکٹران بچے رہتے ہیں۔

متعدد معاملوں میں، بالخصوص d^6 آینوں پر مشتمل کوآرڈینیشن مرکبات میں مقناطیسی اعداد و شمار اعظم اسپن جفتہ سازی سے میل کھاتے ہیں۔ تاہم d^4 اور d^5 آینوں پر مشتمل اسپیشز میں پیچیدگیاں پائی جاتی ہیں۔ $[Mn(CN)_6]^{3-}$ کا مقناطیسی مومنٹ دو بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کا ہے جب کہ $[MnCl_6]^{3-}$ کا مقناطیسی مومنٹ چار بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کا ہے اور $[Fe(CN)_6]^{3-}$ کا مقناطیسی مومنٹ ایک بغیر جوڑے کے الیکٹران کا ہے۔ $[FeF_6]^{-3}$ کا پیرا مقناطیسی مومنٹ پانچ بغیر جوڑ کے الیکٹران کا ہے۔ $[CoF_6]^{3-}$ پیرا مقناطیسی ہے جس میں بغیر جوڑے کے چار الیکٹران ہیں جب کہ $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ ڈایا مقناطیسی ہے۔ اس بے قاعدگی کی تشریح ویلنس بانڈ تھیوری کے ذریعہ اندرونی ارٹبل اور بیرونی ارٹبل کوآرڈینیشن کی تشکیل کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔

$[Mn(CN)_6]^{3-}$، $[Fe(CN)_6]^{3-}$ اور $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ اندرونی ارٹبل کمپلیکس میں جن میں d^2sp^3 مخلوطیت ہے۔ ان میں سے اول الذکر دو کمپلیکس پیرا مقناطیسی ہیں اور آخر الذکر ڈایا مقناطیسی ہے۔ دوسری طرف $[MnCl_6]^{3-}$، $[FeF_6]^{3-}$ اور $[CoF_6]^{3-}$ بیرونی ارٹبل کمپلیکس ہیں جن میں sp^3d^2 مخلوطیت ہے اور ان کی پیرا مقناطیسی نوعیت بالترتیب چار، پانچ اور چار بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی وجہ سے ہے۔

مثال 9.7 $[MnBr_4]^{2-}$ کا Spin only مقناطیسی مومنٹ 5-9bM ہے۔ کمپلیکس آین کی جیومیٹری کا اندازہ لگایئے۔

حل کیونکہ کمپلیکس آین میں Mn^{2+} آین کا تکسیدی عدد 4 ہے۔ یہ یا تو ٹیٹرا ہیڈرل (sp^3 مخلوطیت) ہوگا یا اسکوائر پلینر (dsp^2 مخلوطیت) ہوگا۔ لیکن یہ حقیقت ہے کہ اس کا مقناطیسی مومنٹ 5-9bm ہے، اس کی شکل اسکوائر پلینر کے مقابلے ٹیٹرا ہیڈرل ہونی چاہیے کیونکہ d ارٹبل میں بغیر جوڑے کے پانچ الیکٹران موجود ہیں۔

9.5.3 ویلنس بانڈ تھیوری کی حدود (Limitations of Valence Bond Theory)

حالانکہ VB تھیوری کوآرڈینیشن مرکبات کی تشکیل، ان کی ساخت اور مقناطیسی طرز عمل کی وسیع پیمانے پر تشریح کرتی ہے پھر بھی اس میں کچھ خامیاں ہیں۔

(i) اس میں متعدد مفروضات ہیں۔
(ii) یہ مقناطیسی اعداد و شمار کی مقداری ترجمانی نہیں کرتی۔
(iii) یہ کوآرڈینیشن مرکبات کے ذریعہ ظاہر کیے جانے والے رنگوں کی وضاحت نہیں کرتی۔
(iv) یہ کوآرڈینیشن مرکبات کے حرا کیاتی یا حرکیاتی استحکام کی کوئی مقداری ترجمانی نہیں کرتی۔
(v) یہ 4- کوآرڈینیٹ کمپلیکس کے لیے ٹیٹرا ہیڈرل اور اسکوائر پلینر ساختوں کے بارے میں بالکل صحیح صحیح اندازہ کرنے سے قاصر ہے۔
(vi) یہ کمزور اور طاقتور لیگنڈ کے درمیان فرق نہیں کرتی ہے۔

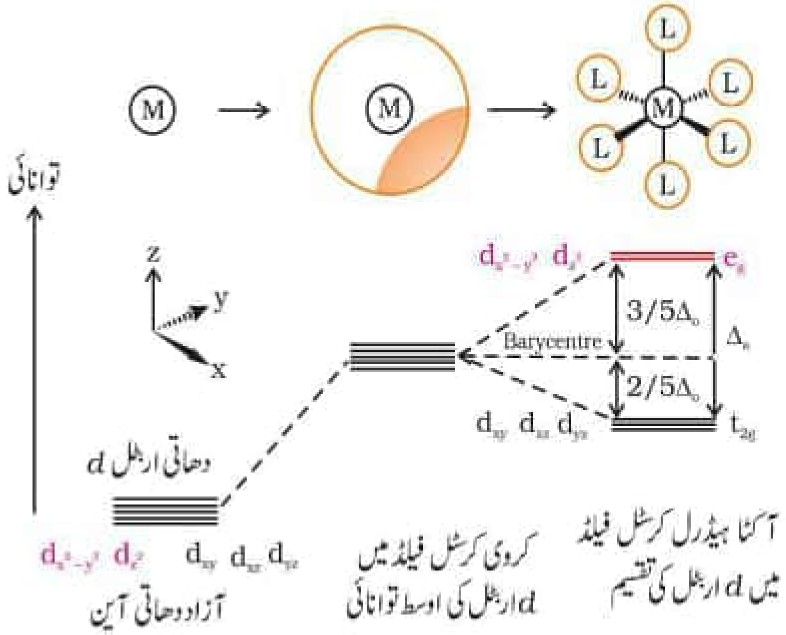
9.5.4 کرسٹل فیلڈ تھیوری (Crystal Field Theory)

کرسٹل فیلڈ تھیوری (CFT) ایک برق سکونی ماڈل ہے جس کے مطابق دھات۔لیگنڈ بانڈ آئنی ہوتے ہیں جو صرف دھاتی آین اور لیگنڈ کے درمیان برق سکونی باہمی عمل کے ذریعہ پیدا ہوتے ہیں۔ این آین کے معاملے میں لیگنڈ کو نقطہ چارج کے طور پر اور تعدیلی سالمات کے معاملے میں لیگنڈ کو نقطہ ڈائی پول تصور کیا جاتا ہے۔ کسی آئسولیٹڈ گیسی دھاتی ایٹم/آین کے پانچ d اربٹل کی توانائی یکساں ہوتی ہے۔ یعنی یہ روبہ تنزل (Degenerate) ہوجاتے ہیں یہ تنزلی اس وقت تک جاری رہتی ہے جب تک کہ دھاتی ایٹم/آین کے اطراف منفی چارجوں کا ایک کروی متشاکل میدان قائم رہتا ہے۔ لیکن کسی کمپلیکس میں جب یہ منفی چارج والا میدان لیگنڈ (یا تو این آین یا NH_3 اور H_2O جیسے کسی ڈائی پولر سالمات کے منفی سرے) کی وجہ سے ہوتا ہے تو یہ غیر متشاکل ہوجاتا ہے اور d اربٹل کا زوال ختم ہوجاتا ہے۔ اس کے نتیجے میں d اربٹل کی تقسیم ہوجاتی ہے۔ تقسیم کا طریقہ کرسٹل فیلڈ کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ آیئے مختلف کرسٹل میدانوں میں اس تقسیم کی وضاحت کرتے ہیں۔

(a) آکٹا ھیڈرل کو آرڈینیشن ھستیوں میں کرسٹل فیلڈ کی تقسیم (Crystal field splitting in octahedral coordination entities)

ایک آکٹا ہیڈرل کوآرڈینیشن ہستی جس میں دھاتی ایٹم/آین چھ لیگنڈ سے گھرا رہتا ہے، میں دھات کے d اربٹل کے الیکٹران اور لیگنڈ کے الیکٹرانوں (یا منفی چارجوں) ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔ یہ دفع اس وقت اور زیادہ ہوتا ہے جب دھات کا d اربٹل لیگنڈ سے دور نہ ہوکر لیگنڈ کی سمت میں ہوتا ہے۔ اس طرح $d_{x^2-y^2}$ اور d_{z^2} اربٹل، جو لیگنڈ کی سمت والے محوروں پر ہیں، زیادہ دفع محسوس کرتے ہیں اور ان کی توانائی میں اضافہ ہوجاتا ہے۔ d_{xy}، d_{yz} اور d_{xz} اربٹل جن کی سمت، محوروں کے درمیان میں ہوتی ہے، ان کی توانائیاں کروی کرسٹل فیلڈ کی اوسط توانائی کے مقابلے کم ہوجاتی ہے۔ اس طرح آکٹا ہیڈرل کمپلیکس میں لیگنڈ الیکٹران۔دھات الیکٹران دفع کی وجہ سے d اربٹل کا زوال ختم ہوجاتا ہے اور کم توانائی کے t_{2g} سیٹ تین اربٹل اور اونچی توانائی، e g سیٹ کے دو اربٹل بنتے ہیں۔ مقررہ جیومیٹری میں لیگنڈ کی موجودگی کی وجہ سے روبہ تنزل لیول کی تقسیم کرسٹل فیلڈ تقسیم کہلاتی ہے۔ اور توانائی کی علیحدگی کو Δ_o (o آکٹا ہیڈرل کے لیے ہے) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ (شکل 9.8)۔ اس طرح دو eg اربٹل کی توانائی میں $(3/5)\Delta_o$ کا اضافہ ہوگا اور تین t_{2g} کی توانائی میں $(2/5)\Delta_o$ کی کمی آئے گی۔

کرسٹل فیلڈ تقسیم Δ_o کا انحصار دھاتی آین کے چارج اور لیگنڈ کے ذریعہ پیدا ہونے



شکل 9.8: آکٹا ھیڈرل کرسٹل فیلڈ میں d اربٹل کی تقسیم

والے میدان پر ہوتا ہے۔ کچھ لیگنڈ مضبوط میدان پیدا کر سکتے ہیں اور ایسی حالت میں تقسیم زیادہ ہوتی ہے جب کہ کچھ کمزور میدان پیدا کرتے ہیں جس کے نتیجے میں d اربٹل کی تقسیم کم ہوتی ہے۔ عمومی طور سے لیگنڈ کو میدان کی شدت کے بڑھتے ہوئے سلسلہ میں مرتب کیا جاسکتا ہے جیسا کہ ذیل میں کیا گیا ہے۔

$$I^- < Br^- < SCN^- < Cl^- < S^{2-} < F^- < OH^- < C_2O_4^{2-} < H_2O < NCS^-$$
$$< edta^{4-} < NH_3 < en < CN^- < CO$$

اس قسم کا سلسلہ اسپکٹرو کیمکل سریز کہلاتا ہے۔ یہ ایک تجرباتی طور پر متعین کیا ہوا سلسلہ ہے جو کہ مختلف لیگنڈ پر مشتمل کمپلیکس کے ذریعہ روشنی کے انجذاب (Adsorption) پر مبنی ہے۔ آیئے ہم آکٹا ہیڈرل کوآرڈینیشن ہستیوں میں دھاتی آین کے d اربٹل میں الیکٹرانوں کی تفویض کرتے ہیں۔ واضح رہے کہ اکیلا d الیکٹران کم توانائی والے کسی ایک t_{2g} اربٹل میں جائے گا۔ d^2 اور d^3 کوآرڈینیشن ہستیوں میں d الیکٹران ہنڈ کے قاعدے کے مطابق t_{2g} اربٹل میں تنہا رہتے ہیں۔ d^4 آینوں کے لیے الیکٹرانی تقسیم کے دو ممکنہ نمونے ہوسکتے ہیں (i) چوتھا الیکٹران یا تو t_{2g} لیول میں داخل ہوگا اور وہاں موجود الیکٹران کے ساتھ جفتہ بنائے گا یا (ii) یہ جفتگی کی توانائی کی قیمت چکانے سے بچنے کے لیے eg لیول میں جگہ لے گا۔ ان میں سے کسی کا امکان ہوگا، اس کا انحصار کرسٹل فیلڈ تقسیم، Δ_0 اور جفتگی کی توانائی، p (p واحد اربٹل میں الیکٹران کی جفتہ سازی کے لیے درکار توانائی کو ظاہر کرتی ہے) کی نسبتی قدر پر ہے۔ دو صورتیں مندرجہ ذیل میں۔

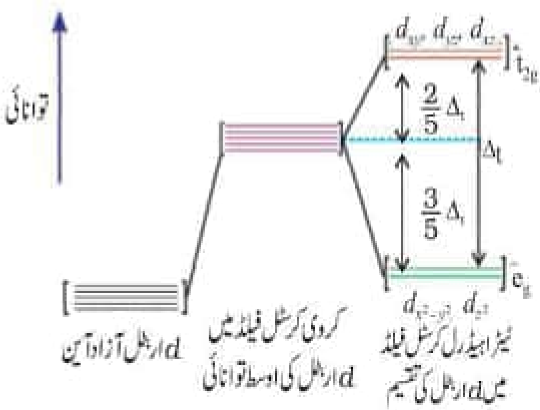
(i) اگر $\Delta 0 < p$ ہے تو چوتھا الیکٹرون eg اربٹل میں سے کسی ایک میں داخل ہوگا اور تشکل $t_{2g}^3 e_g^1$ ہوگا۔ وہ لیگنڈ جن کے لیے $\Delta 0 < p$ ہے کمزور فیلڈ لیگنڈ (Weak Field Ligand) کہلاتا ہے اور ہائی اسپن کمپلیکس کی تشکیل کرتا ہے۔

(ii) اگر $\Delta 0 > p$ ہے تو یہ توانائی کے نقطہ نظر سے زیادہ موافق ہوگا کہ چوتھا الیکٹران کسی ایک t_{2g} اربٹل میں جائے اور تشکل $t_{2g}^4 e_g^0$ ہوگا۔ اس قسم کا اثر پیدا کرنے والے لیگنڈ مضبوط فیلڈ لیگنڈ (Strong Field Ligand) کہلاتے ہیں اور کم اسپن والے کمپلیکس بناتے ہیں۔

تحسیات سے ظاہر ہوتا ہے کہ d^4 تا d^7 کوآرڈینیشن ہستیاں کمزور فیلڈ معاملوں کے مقابلے مضبوط فیلڈ کے لیے زیادہ مستحکم ہیں۔

(b) ٹیٹرا ہیڈرل کوآرڈینیشن ہستیوں میں کرسٹل فیلڈ تقسیم (Crystal field spliting in tetrahedral coordination entities)

ٹیٹرا ہیڈرل کوآرڈینیشن ہستیوں کی تشکیل میں d اربٹل کی تقسیم آکٹاہیڈرل فیلڈ تقسیم کے مقابلے معکوس اور چھوٹی ہوتی ہے (شکل 9.9)۔ یکساں دھات، یکساں لیگنڈ اور یکساں دھات۔ لیگنڈ فاصلہ لے لیے یہ کہا جاسکتا ہے کہ $\Delta t = (4/9)$ $\Delta 0$ نتیجتاً اربٹل کی تقسیم توانائیاں اتنی زیادہ نہیں ہوتی کہ



شکل 9.9: ٹیٹرا ہیڈرل کرسٹل فیلڈ میں d اربٹل کی تقسیم

الیکٹرانوں کو جفتہ سازی کے لیے مجبور کر سکیں اس لیے کم اسپن (low spin) تشکل شاذ و نادری نظر آتا ہے۔

'g' زیر نوشت کا استعمال آکٹاہیڈرل اور اسکوائر پلینر کامپلیکسوں کے لیے کیا جاتا ہے جن میں توازن کا مرکز ہوتا ہے۔ چونکہ ٹیٹراہیڈرل کامپلیکس میں توازن نہیں ہوتا لہٰذا 'g' زیر نوشت کا استعمال توانائی کی سطحوں کے لیے نہیں کیا جاتا۔

9.5.5 کوآرڈینیشن مرکبات میں رنگ (Colour in Coordination Compounds)

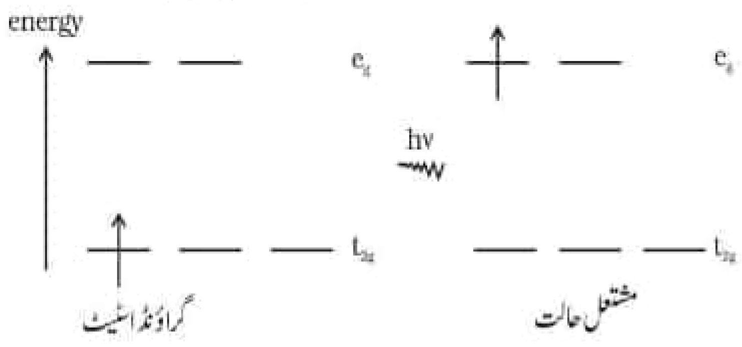
گذشتہ اکائی میں ہم نے یہ پڑھا ہے کہ عبوری دھاتی کمپلیکس کی ایک امتیازی خصوصیت یہ ہے کہ وہ بہت زیادہ رنگوں میں پائے جاتے ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ جب سفید روشنی ان سے ہو کر گزرتی ہے تو اس کا کچھ حصہ یہ جذب کر لیتے ہیں لہٰذا باہر آنے والی روشنی اب سفید نہیں ہرتی۔ کمپلیکس کا رنگ ان کے ذریعہ جذب ہونے والی روشنی کا تکملہ ہوتا ہے۔ تکملی رنگ وہ رنگ ہے جو باقی ماندہ طول لہر (Wave Length) سے پیدا ہوتا ہے۔ اگر کمپلیکس کے ذریعہ ہری روشنی جذب ہوتی ہے تو یہ سرخ نظر آتا ہے۔ جذب ہونے والی مختلف طول لہر اور مشاہدہ کیے جانے والے رنگوں کے درمیان تعلق کو جدول 9.3 میں دکھایا گیا ہے۔

جدول 9.3 میں کچھ کوآرڈینیشن ہستیوں میں جذب ہونے والی روشنی کی طول لہر اور مشاہدہ کیے جانے والے رنگ کے درمیان تعلق

کوآرڈینیشن ہستی	جذب ہونے والی روشنی کا طول لہر	جذب ہونے والی روشنی کا رنگ	کوآرڈینیشن ہستی کا رنگ
$[CoCl(NH_3)_5]^{2+}$	535	پیلا	وائلٹ
$[Co(NH_3)_5(H_2O)]^{3+}$	500	نیلا ہرا	سرخ
$[Co(NH_3)_6]^{3+}$	475	نیلا	پیلا نارنجی
$[Co(CN)_6]^{3-}$	310	الٹراوائلٹ	ہلکا پیلا
$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$	600	سرخ	نیلا
$[Ti(H_2O)_6]^{3+}$	498	نیلا ہرا	بینگنی

کوآرڈینیشن مرکبات میں رنگوں کی تشریح کرسٹل فیلڈ تھیوری کی بنیاد پر آسانی سے کی جا سکتی ہے۔ مثال کے طور پر کمپلیکس $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ کا رنگ بنفشی ہے۔ یہ ایک آکٹاہیڈرل کمپلیکس ہے جس میں دھاتی d آربٹل میں اکیلا الیکٹران (Ti^{3+} ایک $3d^1$ نظام ہے) کمپلیکس کی گراؤنڈ اسٹیٹ میں t_{2g} لیول میں ہے۔

اس الیکٹرون کے لیے دستیاب اس کے بعد والی اونچی حالت خالی eg لیول ہے۔ اگر کمپلیکس پیلے۔ ہرے خطے کی توانائی کی نظری روشنی کو جذب کرتا ہے تو الیکٹران کو t_{2g} لیول سے eg لیول تک منتقل کیا جا سکتا ہے ($t_{2g}^1 e_g^0 \rightarrow t_{2g}^0 e_g^1$)۔ نتیجتاً کمپلیکس بینگنی رنگ کا نظر آئے گا (شکل 9.10) کرسٹل فیلڈ تھیوری کے مطابق کوآرڈینیشن مرکبات کا رنگ الیکٹران کے d-d ٹرانزیشن سے ہوتا ہے۔



شکل 9.10: $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ میں الیکٹران کا عبور

یہ نوٹ کرنا اہم ہے کہ لیگنڈ کی غیر موجودگی میں کرسٹل فیلڈ تقسیم کا عمل نہیں ہوتا یعنی شے بے رنگ ہوگی۔ مثال کے طور پر $[Ti(H_2O)_6]Cl_3$ کو گرم کر کے اس میں سے پانی علیحدہ کرنے کے بعد یہ رنگین ہو جاتا ہے۔ اسی طرح ناپیدہ $CuSO_4$ سفید ہوتا ہے لیکن $CuSO_4.5H_2O$ نیلے رنگ کا ہوتا ہے۔ کمپلیکس کے رنگ پر لیگنڈ کا اثر $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ کمپلیکس پر غور کر کے واضح کیا جا سکتا ہے جو کہ نکل (II) کلورائڈ کو پانی میں حل کر کے تیار کیا جاتا ہے۔ اگر دو دندان لیگنڈ ethane-1,2-diamine(en) کو دھیرے دھیرے مولر نسبتوں en:Ni, 1:1, 2:1, 3:1 میں ملایا جائے تو مندرجہ ذیل تعاملات ہوتے ہیں اور ان کے متعلقہ رنگ تبدیل ہوتے ہیں۔

$$[Ni(H_2O)_6]^{2+}(aq) + en(aq) = [Ni(H_2O)_4(en)]^{2+}(aq) + 2H_2O$$

ہرا   ہلکا نیلا

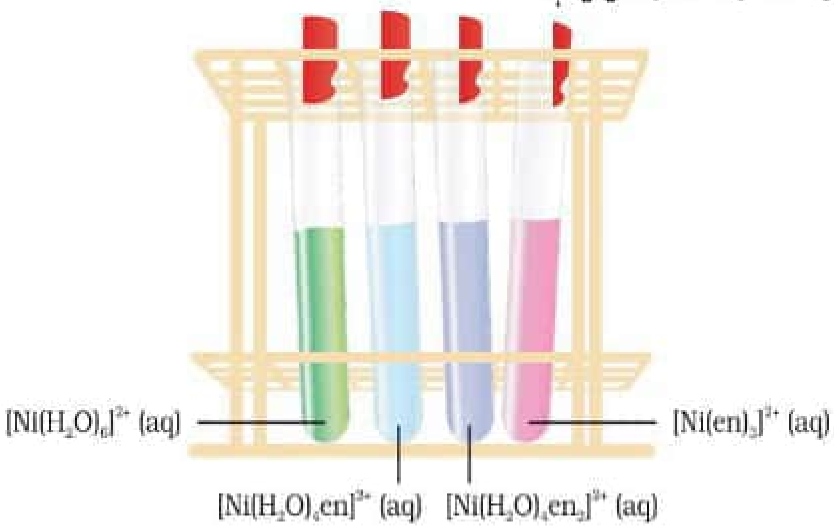
$$[Ni(H_2O)_4(en)]^{2+}(aq) + en(aq) = [Ni(H_2O)_2(en)_2]^{2+}(aq) + 2H_2O$$

نیلا/بینگنی

$$[Ni(H_2O)_2(en)_2]^{2+}(aq) + en(aq) = [Ni(en)_3]^{2+}(aq) + 2H_2O$$

بنفشی

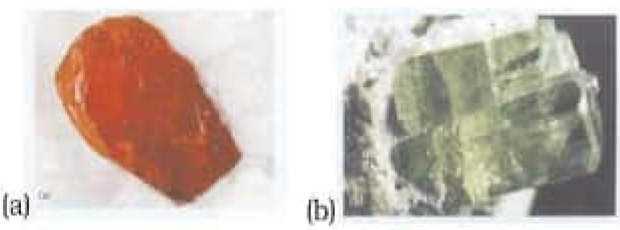
اس تواتر کو شکل 9.11 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 9.11: ethane-1,2-diamine لیگنڈ کے بڑھتے ہوئے عدد کے ساتھ نکل (ii) کے کمپلیکس کے آبی محلول

(Colour of Some Gem Stones) کچھ جواہرات کے رنگ

عبوری دھات آین کے d ارٹبل میں الیکٹرانوں کے عبور سے رنگوں کا پیدا ہونا ہماری روزمرہ کی زندگی میں بکثرت پایا جاتا ہے۔ روبی (شکل 9.12(a)) ایلومینیم آکسائڈ (Al_2O_3) ہے جو کہ .5-1% Cr^{3+} آین (d^3) پر مشتمل ہوتی ہے یہ آین Al^{3+} آینوں کی جگہ بے ترتیبی سے موجود ہوتے ہیں۔ ہم ان کرومیم (III) اسپیشز ایلومینیم لیٹس میں آکسا



شکل 9.12: (a) روبی: یہ جوہر موگوک میانمار کے سنگ مرمر میں پایا گیا ہے۔ (b) انمیرالڈ (نیا): یہ جوہر میوزو، کولمبیا میں پایا گیا ہے۔

ہیڈرل کرومیم (III) کمپلیکس کے طور پر دیکھ سکتے ہیں۔ان مرکزوں پر d-d ٹرانزیشن کی وجہ سے روبی میں رنگ پیدا ہوتا ہے۔
پنا (Emerald) (شکل 9.12(b)) میں معدنی بیرل ($Be_3Al_2Si_6O_{18}$) میں آکٹا ہیڈرل مقامات پر Cr^{3+} آئن پائے جاتے ہیں۔
روبی کی انجذابی اسپیکٹرم میں جو بینڈ نظر آتے ہیں وہ بڑی طول لہر کی طرف شفٹ ہوجاتے ہیں۔اس وجہ سے پنا میں ہرے خطے میں روشنی کی ترسیل کرتا ہے۔

9.5.6 کرسٹل فیلڈ تھیوری کی حدود (Limitations of Crystal Field Theory)

کرسٹل فیلڈ ماڈل کے ذریعہ کوآرڈینیشن مرکبات کی تشکیل، ان کی ساخت رنگ اور مقناطیسی خصوصیات کو کامیابی کے ساتھ بڑی حد تک واضح کیا جاسکتا ہے۔تاہم یہ مفروضات کہ لیگنڈ نقطہ چارج ہیں، یہ ظاہر کرتے ہیں کہ این آینی لیگنڈ کے ذریعہ زیادہ تقسیمی اثر کا اظہار ہونا چاہیے۔این آینی لیگنڈ درحقیقت اسپیکٹرو کیمیکل سیریز کے نچلے سرے پر آتے ہیں۔ اس کے علاوہ یہ تھیوری لیگنڈ اور مرکزی ایٹم کے درمیان بندش شریک گرفت خصوصیت کو تسلیم نہیں کرتی۔CFT کی یہ کچھ کمزوریاں ہیں جنھیں لیگنڈ فیلڈ تھیوری اور مالیکیولر اربٹل تھیوری کی بنیاد پر واضح کیا جاسکتا ہے لیکن یہ اس کتاب کے مطالعہ کے دائرے سے باہر ہے۔

متن پر مبنی سوالات

9.5 ویلنس بانڈ تھیوری کی بنیاد پر واضح کیجیے کہ اسکوائر پلینر ساخت والا $[Ni(CN)_4]^{2-}$ آئن پیرامقناطیسی ہے۔

9.6 $[NiCl_4]^{2-}$ پیرامقناطیسی ہے جب کہ $[Ni(CO)_4]$ ڈایامقناطیسی ہے حالانکہ دونوں ٹیٹرا ہیڈرل ہیں۔کیوں؟

9.7 $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ مضبوط پیرامقناطیسی ہے جب کہ $[Fe(CN)_6]^{3-}$ کمزور پیرامقناطیسی ہے۔واضح کیجیے۔

9.8 وضاحت کیجیے کہ $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ایک اندرونی اربٹل کمپلیکس ہے جب کہ $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ ایک بیرونی اربٹل کمپلیکس ہے۔

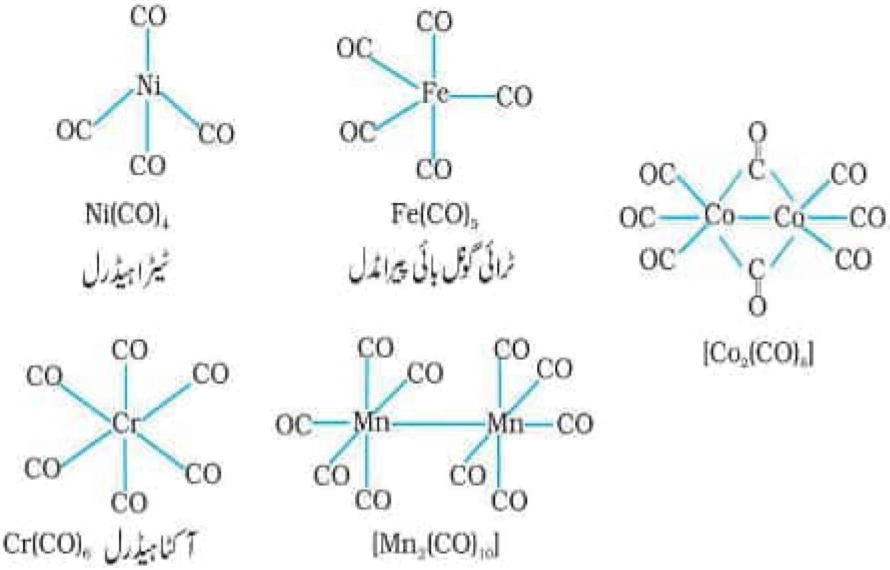
9.9 اسکوائر پلینر $[Pt(CN)_4]^{2-}$ میں بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی تعداد کا اندازہ لگایئے۔

9.10 ہیکسا ایکیو مینگنیز (II) آئن میں پانچ بغیر جوڑے کے الیکٹران ہوتے ہیں جب کہ ہیکسا سائنو آئن میں صرف ایک بغیر جوڑے کا الیکٹران ہوتا ہے۔کرسٹل فیلڈ تھیوری کی بنیاد پر اس کی وضاحت کیجیے۔

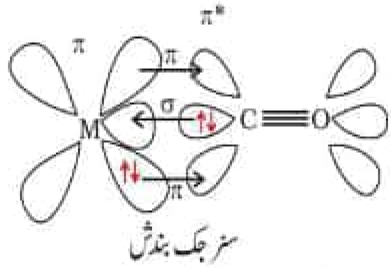
9.6 دھاتی کاربونل میں بندش (Bonding in Metal Carbonyls)

ہومولیپٹک کاربونل (صرف کاربونل لیگنڈ پر مشتمل مرکبات) عبوری دھاتوں کے ذریعہ تشکیل پاتے ہیں۔ان کاربونل کی ساختیں سادہ اور واضح ہوتی ہیں۔ٹیٹرا کاربونل نکل (o) ٹیٹرا ہیڈرل ہوتا ہے، پنیٹا کاربونل آئرن (o) ٹرائی گونل بائی پیرامڈل جبکہ ہیک کاربونل کرومیم (o) آکسا ہیڈرل ہوتا ہے ڈیکا کاربونل ڈائی مینگنیز (0) دو اسکوائر پیرامڈل $Mn(CO)_5$ اکائیوں پر مشتمل ہوتا ہے۔یہ اکائیاں Mn – Mn بانڈ کے ذریعہ جڑے رہتے ہیں۔آکٹا کاربونل ڈائی کوبالٹ (o) میں دو Co-Co بانڈ میں ہر ایک کے درمیان ایک Co گروپ پل کے طور پر ہوتا ہے (شکل 9.13)۔

دھاتی کاربونل میں دھاتی کاربن بانڈ s اور p دونوں خصوصیات کے حامل ہوتے ہیں۔M–C σ بانڈ کاربونل گروپ کے کاربن کے ذریعہ الیکٹرانوں کا ایک لون جوڑا دھات کے خالی اربٹل کے ذریعہ ایک الیکٹران کا



شکل 9.13 : نمائندہ ہومو لیپٹک دھاتی کاربونل کی ساختیں



شکل 9.14 : کاربونل کمپلیکس میں سنرجک بنڈش باہمی عملوں کی مثالیں

جوڑا کاربن مونو آکسائڈ کے خالی اینٹی بانڈنگ M – C π بانڈ دھات کے بھرے ہوئے d اربٹل کے ذریعہ ایک الیکٹران کا جوڑا کاربن مونو آکسائڈ کے خالی اینٹی بینڈنگ π^* اربٹل میں عطیہ دینے سے بنتا ہے۔ دھات کے ساتھ لیگنڈ کی بنڈش ایک synergic اثر پیدا کرتی ہے جو Co اور دھات کے درمیان بانڈ کو مضبوط بناتا ہے (شکل 9.14)۔

9.7 کوآرڈینیشن مرکبات کی اہمیت اور اطلاق (Importance and Applications of Coordination Compounds)

کوآرڈینیشن مرکبات کی کافی اہمیت ہے۔ یہ مرکبات معدنیات، نباتات اور حیوانات کی دنیا میں وسیع پیمانے پر موجود ہیں اور تجزیاتی کیمیا، فلز کاری، حیاتیاتی نظاموں، صنعت اور ادویہ کے شعبے میں کئی اہم افعال انجام دیتے ہیں۔ ان کا ذیل میں بیان کیا گیا ہے۔

- کیفیتی اور مقداری کیمیائی تجزیہ میں کوآرڈینیشن مرکبات کے متعدد استعمال ہیں۔ رنگین معاملات دھاتی آینوں کے ساتھ متعدد لیگنڈ (خاص طور سے Chelating Ligand) کے کوآرڈینیشن ہستیوں کی تشکیل کے نتیجے میں ہوتے ہیں۔ یہ تعاملات تجزیہ کے کلاسیکی اور آلاتی طریقوں کے ذریعے دھاتی آینوں کی سمت اور اندازہ کرنے کی بنیاد ہے۔ اس قسم کے ریجنٹ کی مثالیں ہیں۔ EDTA، (dimethylglyoxime) DMG، α-nitroso-β-naphthol، کیوپران وغیرہ۔
- پانی کی سختی کا تخمینہ Na_2EDTA کے ساتھ سادہ ٹائٹریشن کے ذریعہ کیا جاتا ہے۔ Ca^{2+} اور Mg^{2+} آین EDTA کے ساتھ مستحکم کمپلیکس بناتے ہیں۔ ان آینوں کا انتخابی تخمینہ کیلشیم اور میگنیشیم کمپلیکس کے استحکام مستقلوں میں فرق کی بنیاد پر کیا جا سکتا ہے۔

- چاندی، سونا جیسی دھاتوں کے اہم استخراجی عملوں میں کمپلیکس کا استعمال ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر سونا، آکسیجن اور پانی کی موجودگی میں سائنائڈ سے تعامل کے آبی میں محلول کوآرڈینیشن ہستی $[Au(CN)_2]^-$ کی تشکیل کرتا ہے۔ اس محلول میں زنک ملا کر سونے کو دھاتی شکل میں علیحدہ کیا جاسکتا ہے۔ (اکائی 6)۔
- اسی طرح دھاتوں کی تخلیص کا عمل ان کے کوآرڈینیشن مرکبات بنا کر اور پھر انھیں تحلیل کر کے انجام دیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر غیر خالص نکل کو $[Ni(CO)_4]$ میں تبدیل کیا جاتا ہے جس کی تحلیل کر کے خالص نکل حاصل کرتے ہیں۔
- حیاتیاتی نظاموں میں کوآرڈینیشن مرکبات کی بہت اہمیت ہے۔ ضیائی تالیف کے لیے ذمہ دار پگمنٹ کلوروفل میگنیشیم کا کوآرڈینیشن مرکب ہے۔ خون کا سرخ پگمنٹ یعنی ہیموگلوبن جو کہ آکسیجن کا حامل ہے وہ بھی آئرن کا کوآرڈینیشن مرکب ہے۔ وٹامن B_{12}، سائنا کوبیلا مائن (CyanCobalamine) جو کہ antipernicious anaemia factor کوبالٹ کا کوآرڈینیشن مرکب ہے۔ حیاتیاتی اہمیت کے حامل دھاتی آئنوں پر مشتمل دیگر کوآرڈینیشن مرکبات انزائم ہیں۔ جیسے کاربوکسی پیپٹا ئڈیز carboxypeptidase A اور کاربونک این ہائڈریز (حیاتیاتی نظاموں کے وسیط)
- کئی صنعتی اعمال میں کوآرڈینیشن مرکبات کا استعمال بطور وسیط کیا جاتا ہے۔ مثلاً رھوڈیم کمپلیکس $[(Ph_3P)_3RhCl]$، ایک ولکنسن وسیط جو کہ alkenes کے ہائڈروجنیشن میں استعمال کیا جاتا ہے۔
- اشیا پر سونے اور چاندی کی ملمع کاری سادہ دھاتی آئنوں کے محلول سے کرنے کے مقابلے کمپلیکس $[Ag(CN)_2]^-$ اور $[Au(CN)_2]^-$ کے محلولوں کے ذریعہ زیادہ آسانی سے اور ہموار طور پر ہوتی ہے۔
- بلیک اینڈ وہائٹ فوٹو گرافی میں ڈیولپ کی ہوئی فلم کا فکسنگ ہائپو محلول دھو کر کیا جاتا ہے جو کہ غیر تحلیل شدہ AgBr کو حل کر کے کمپلیکس $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$ بناتا ہے۔
- کیلیٹ تھیریپی (Chelate Therapy) میں بڑھتی ہوئی دلچسپی کا استعمال ادویاتی کیمیا میں ہے۔ نباتاتی رحیوانی نظاموں میں دھاتوں کے زہریلے تناسب میں موجودگی کی وجہ سے پیدا ہونے والے مسئلوں کا علاج اس کی ایک مثال ہے۔ اس طرح کاپر اور آئرن کی زیادتی کو ان کے ذریعہ کیلیٹنگ لیگنڈ (D-penicillamine اور desferrioxime) کے ساتھ کوآرڈینیشن مرکبات بنا کر دور کیا جاتا ہے۔ لیڈر کے ذریعے پیدا ہونے والی سمیت کا علاج EDTA کا استعمال کر کے کیا جاتا ہے۔ پلیٹنم کے کچھ کوآرڈینیشن مرکبات ٹیومر کی بڑھوتری کو مؤثر طور پر روک دیتے ہیں۔ مثالیں ہیں: cis-platin اور متعلقہ مرکبات۔

خلاصہ

کوآرڈینیشن مرکبات کی کیمسٹری جدید غیر نامیاتی کیمسٹری کا ایک اہم اور مبارزاتی شعبہ ہے۔ پچھلے پچاس برسوں کے دوران جو پیش رفت ہوئی ہے اس سے بندش کے ماڈل اور سالماتی ساخت کے نئے تصورات کو فروغ ملا ہے۔ کیمیائی صنعت اور حیاتیاتی نظاموں میں عمل پیرا فاصل اجزا کے معاملے میں ایک زندہ بصیرت حاصل ہوئی ہے۔

کوآرڈینیشن مرکب کی تشکیل، تعاملات، ساخت اور بندش کی باضابطہ تشریح کی کوشش سب سے پہلے اے ورنر کی ذریعہ کی گئی۔ ان کے نظریہ کے مطابق کوآرڈینیشن مرکبات میں دھاتی آین دو قسم کی گرفت (پرائمری اور سیکنڈری) کا استعمال کرتے ہیں۔ کیمسٹری کی جدید زبان میں ان گرفت کو بالترتیب آینی اور غیر آینی (شریک گرفت) کہا جاتا ہے۔ آئسو میرزم کی خصوصیت کا استعمال کرکے ورنر نے متعدد کوآرڈینیشن مرکبات کی جیومیٹریائی اشکال کے بارے میں پیشین گوئی کی ہے۔

ویلنس بانڈ تھیوری(VBT) کوآرڈینیشن مرکبات کی تشکیل، مقناطیسی طرز عمل اور جیومیٹریائی اشکال کی نمایاں کامیابی کے ساتھ تشریح کرتی ہے۔ پھر بھی یہ نظریہ کوآرڈینیشن مرکبات کے مقناطیسی طرز عمل کی مقداری ترجمانی کرنے میں ناکام رہا ہے اور ان مرکبات کی آپٹکل خصوصیات کے بارے میں کچھ بھی کہنے سے قاصر ہے۔

کوآرڈینیشن کی کرسٹل فیلڈ تھیوری کوآرڈینیشن مرکبات میں موجود مرکزی ایٹم/آین کے dاربٹل کی توانائیوں کی تنزلی پر پڑنے والے مختلف کرسٹل فیلڈ کے اثر (لیگنڈ کو نقطہ چارج مانتے ہوئے ان کے ذریعہ لگنے والا اثر) پر مبنی ہے۔ مضبوط اور کمزور کرسٹل فیلڈ میں dاربٹل کی تقسیم سے مختلف الیکٹرانی تشکل حاصل ہوتے ہیں۔ اس تھیوری کی مدد سے کوآرڈینیشن ہستیوں میں موجود دھاتی ایٹم/آین کے dاربٹل کی توانائیوں میں علیحدگی، مقناطیسی مومنٹ نیز اسپیکٹرل اور استحکام پیرامیٹر کے مقداری تخمینہ میں مدد ملتی ہے۔ لیکن یہ مفروضہ کہ لیگنڈ نقطہ چارج ہے، کئی نظریاتی مشکلات پیدا کرتا ہے۔ دھاتی کاربونل میں دھات۔ کاربن بانڈ 6 اور π دونوں خصوصیات کا حامل ہوتا ہے۔ لیگنڈ کا دھات کے ساتھ 6 بانڈ اور دھات کا لیگنڈ کے ساتھ π بانڈ ہوتا ہے۔ یہ مخصوص بندش دھاتی کاربونل کے استحکام کا سبب ہے۔

کوآرڈینیشن مرکبات کی بہت اہمیت ہے۔ یہ مرکبات حیاتی نظاموں کے جاندار اجزا کی ساخت اور افعال کے تئیں تنقیدی بصیرت فراہم کرتے ہیں کوآرڈینیشن مرکبات کے فلز کاری عملوں، تجزیاتی اور ادویاتی کیمیا میں متعدد استعمال ہیں۔

مشقیں

9.1 ورنر کے تصورات پر مبنی کوآرڈینیشن مرکبات میں بندش کی تشریح کیجیے۔

9.2 $FeSO_4$ محلول کی $(NH_4)_2SO_4$ محلول کے ساتھ 1:1 مولر نسبت میں آمیزش سے Fe^{2+} کا ٹیسٹ دیتا ہے لیکن $CuSO_4$ محلول کی آبی امونیا کے ساتھ 1:4 مولر نسبت میں آمیزش سے Cu^{2+} کا ٹیسٹ حاصل نہیں ہوتا۔ واضح کیجیے کیوں؟

9.3 مندرجہ ذیل ہر ایک کی دو مثالوں کے ساتھ وضاحت کیجیے۔

کوآرڈینیشن ہستی، لیگند، کوآرڈینیشن نمبر، کوآرڈینیشن پالی ہیڈرن ہومولیپٹک اور ہیٹرو لیپٹک۔

9.4 یک دندان (Unidentate)، دو دندان (Didentate) اور ایمبی ڈینٹیٹ لیگند سے کیا مراد ہے؟ ہر ایک کی دو مثالیں دیجیے۔

9.5 مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن ہستیوں میں دھات کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کیجیے۔

(i) $[Co(H_2O)(CN)(en)_2]^{2+}$ (ii) $[CoBr_2(en)_2]^{+}$ (iii) $[PtCl_4]^{2-}$ (iv) $K_3[Fe(CN)_6]$ (v) $[Cr(NH_3)_3Cl_3]$

9.6 IUPAC کے مطابق مندرجہ ذیل کے فارمولے لکھیے۔

(i) Tetrahydroxozincate(II)
(ii) Potassium tetrachloridopalladate(II)
(iii) Diamminedichloridoplatinum(II)
(iv) Potassium tetracyanidonickelate(II)
(v) Pentaamminenitrito-O-cobalt(III)
(vi) Hexaamminecobalt(III) sulphate
(vii) Potassium tri(oxalato)chromate(III)
(viii) Hexaammineplatinum(IV)
(ix) Tetrabromidocuprate(II)
(x) Pentaamminenitrito-N-cobalt(III)

9.7 IUPAC کے مطابق مندرجہ ذیل کے باقاعدہ نام لکھیے۔

(i) $[Co(NH_3)_6]Cl^3$ (ii) $[Pt(NH_3)_2Cl(NH_2CH_3)]Cl$ (iii) $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ (iv) $[Co(NH_3)_4Cl(NO_2)]Cl$ (v) $[Mn(H_2O)_6]^{2+}$ (vi) $[NiCl_4]^{2-}$ (vii) $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$ (viii) $[Co(en)_3]^{3+}$ (ix) $[Ni(CO)_4]$

9.8 کوآرڈینیشن مرکبات کی ممکنہ آئسو میرزم کی اقسام لکھیے۔ ہر ایک کی ایک ایک مثال بھی دیجیے۔

9.9 مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن ہستیوں میں کتنی جیومیٹریکل آئسو میرزم ممکن ہیں؟

(i) $[Cr(C_2O_4)_3]^{3-}$ (ii) $[Co(NH_3)_3Cl_3]$

9.10 مندرجہ ذیل میں آپٹکل آئسومر کی ساختیں بنائیے۔

(i) $[Cr(C_2O_4)_3]^{3-}$ (ii) $[PtCl_2(en)_2]^{2+}$ (iii) $[Cr(NH_3)_2Cl_2(en)]^{+}$

9.11 مندرجہ ذیل کے سبھی آئسومر (جیومیٹریکل اور آپٹکل) بتائیے۔

(i) $[CoCl_2(en)_2]^{+}$ (ii) $[Co(NH_3)Cl(en)_2]^{2+}$ (iii) $[Co(NH_3)_2Cl_2(en)]^{+}$

9.12 $[Pt(NH_3)(Br)(Cl)(py)]$ کے تمام جیومیٹریکل آئسومر لکھیے اور ان میں سے کتنے آپٹکل آئسومر ہیں؟

9.13 آبی کاپر سلفیٹ محلول (نیلا رنگ) دیتا ہے:

(i) آبی پوٹاشیم فلورائڈ کے ساتھ ہرا سوب

(ii) آبی پوٹاشیم کلورائڈ کے ساتھ چمکدار ہرا محلول۔ ان تجرباتی نتائج کی تشریح کیجیے۔

9.14 جب آبی کاپر سلفیٹ محلول میں آبی KCN کو وافر مقدار میں ملایا جاتا ہے تو کس کوآرڈینیشن ہستی کی تشکیل ہوتی ہے؟ جب اس محلول سے H2SCg کو گزارا جاتا ہے تو کاپر سلفائڈ کا رسوب کیوں نہیں حاصل ہوتا؟

9.15 ویلنس بانڈ تھیوری کی بنیاد پر مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن ہستیوں میں بندش کی نوعیت پر بحث کیجیے؟

(i) $[Fe(CN)_6]^{4-}$ (ii) $[FeF_6]^{3-}$ (iii) $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ (iv) $[CoF_6]^{3-}$

9.16 آکٹاہیڈرل کرسٹل فیلڈ میں d اربٹل کی تقسیم کو شکل کی مدد سے ظاہر کیجیے۔

9.17 اسپیکٹرو کیمکل سیریز کیا ہے؟ کمزور فیلڈ لیگانڈ اور مضبوط فیلڈ لیگانڈ کے درمیان فرق کی تشریح کیجیے۔

9.18 کرسٹل فیلڈ تقسیم توانائی کیا ہے؟ ایک کوآرڈینیشن ہستی میں d اربٹل کے حقیقی تشکل کا تعین Do کی وسعت سے کس طرح ہوتا ہے؟

9.19 $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ پیرا مقناطیسی ہے جب کہ $[Ni(CN)_4]^{2-}$ کے رنگ مختلف ہوتے ہیں۔ کیوں؟

9.20 $[N_i(H_2O)_6]^{2+}$ کا ایک محلول ہرا ہے لیکن $Na^+[N_i(CN)_4]^{2-}$ کا محلول بے رنگ ہے۔ واضح کریں

9.21 $[F_e(H_2O)_6]^{2+}$ اور $[F_e(H_2O)_6]^{2+}$ کے رنگو کے تحلیل شدہ محلول میں موجود ہیں۔ کیوں؟

9.22 دھاتی کاربونل میں بندش کی نوعیت پر بحث کیجیے۔

9.23 مندرجہ ذیل کمپلیکس مرکبات میں تکسیدی حالت، d اربٹل کا قبضہ اور مرکزی دھاتی آین کا کوآرڈینیشن نمبر معلوم کیجیے۔

(i) $K_3[Co(C_2O_4)_3]$ (iii) $(NH_4)_2[CoF_4]$

(ii) cis-$[Cr(en)_2Cl_2]Cl$ (iv) $[Mn(H_2O)_6]SO_4$

9.24 مندرجہ ذیل ہر ایک کمپلیکس مرکب کا IUPAC نام لکھیے اور تکسیدی حالت، الیکٹرانی تشکل نیز کوآرڈینیشن نمبر کو ظاہر کیجیے۔ کمپلیکس کی اسٹیریو کیمسٹری اور مقناطیسی مومنٹ بھی بتائیے۔

(i) $K[Cr(H_2O)_2(C_2O_4)_2].3H_2O$ (iii) $CrCl_3(py)_3$ (v) $K_4[Mn(CN)_6]$

(ii) $[Co(NH_3)_5Cl\text{-}]Cl_2$ (iv) $Cs[FeCl_4]$

9.25 کرسٹل فیلڈ تھیوری کی بنیاد پر کمپلیکس $[T_i(H_2O)_6]^{3+}$ کے بینگنی رنگ کی وضاحت کیجیے۔

9.26 کیلیٹ اثر (Chelate Effect) سے کیا مراد ہے؟ ایک مثال پیش کیجیے۔

9.27 مندرجہ ذیل میں کوآرڈینیشن مرکبات کے کردار پر مختصر بحث کیجیے۔ مثال بھی پیش کیجیے۔

(i) حیاتیاتی نظام (ii) تجزیاتی کیمیا

(iii) ادویاتی کیمیا اور (iv) دھاتوں کا استخراج رفلز کاری

9.28 محلول میں $CoCNH_3$ سے کتنے آین پیدا ہوں گے؟

(i) 6 (ii) 4 (iii) 3 (iv) 2

9.29 مندرجہ ذیل میں سے کس کے مقناطیسی مومنٹ کی قدر سب سے زیادہ ہے؟

(i) $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ (ii) $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ (iii) $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$

9.30 $[Co(CO)_4]$ میں کوبالٹ کا تکسیدی عدد ہے:

(i) +1 (ii) +3 (iii) −1 (iv) −3

9.31 مندرجہ ذیل میں سے سب سے زیادہ مستحکم کمپلیکس کون سا ہے؟

(i) $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ (ii) $[Fe(NH_3)_6]^{3+}$ (iii) $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ (iv) $[FeCl_6]^{3-}$

9.32 مندرجہ ذیل کے لیے مرئی خطہ میں انجذاب کے طول لہر کی صحیح ترتیب کیا ہے؟

$[Ni(NO_2)_6]^{4-}$, $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$, $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات

9.1 (i) $[Co(NH_3)_4(H_2O)_2]Cl_3$ (iv) $[Pt(NH_3)BrCl(NO_2)]^-$

(ii) $K_2[Ni(CN)_4]$ (v) $[PtCl_2(en)_2](NO_3)_2$

(iii) $[Cr(en)_3]Cl_3$ (vi) $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

9.2 (i) ہیکسا امین کوبالٹ (iii) کلورائڈ

(ii) پینٹا امین کلورائڈو کوبالٹ (iii) کلورائڈ

(iii) پوٹاشیم ہیکسا سائنو فیریٹ (iii)

(iv) پوٹاشیم ٹرائی آکسالیٹو فیریٹ (iii)

(v) پوٹاشیم ٹیٹرا کلورائڈو پیلیڈیٹ (ii)

(vi) ڈائی امین کلورائڈو (میتھین امین) پلیٹنم (ii) کلورائڈ

9.3 (i) cis کے لیے جیومیٹریکل (trans-, cis) اور آپٹیکل دونوں آئسومر کا وجود ہے۔

(ii) دو آپٹیکل آئسومر ہو سکتے ہیں۔

(iii) 10 ممکنہ آئسومر ہیں۔ اشارہ: جیومیٹریکل، آیونائزیشن اور بندشی آئسومر ممکن ہیں۔)

(iv) جیومیٹریکل (trans-, cis-) آئسومر ہو سکتے ہیں۔

9.4 آیونائزیشن آئسومر پانی میں حل ہو کر مختلف آین بناتے ہیں اور اس طرح مختلف ریجنٹ کے ساتھ مختلف طریقوں سے تعامل کرتے ہیں۔

$[Co(NH_3)_5Br]SO_4 + Ba_2+ \rightarrow BaSO_4\ (s)$

$[Co(NH_3)_5SO_4]Br + Ba_2+ \rightarrow$ No reaction

$[Co(NH_3)_5Br]SO_4 + Ag+ \rightarrow$ No reaction

$[Co(NH_3)_5SO_4]Br + Ag+ \rightarrow AgBr\ (s)$

9.6 $Ni(CO)_4$ میں Ni، صفر تکسیدی حالت میں ہے جب کہ $NiCl_4^{2-}$ میں یہ 2+ تکسیدی حالت میں ہے۔ CO لیگانڈ کی موجودگی میں Ni کے بغیر جوڑے کے d الیکٹران جوڑا بناتے ہیں لیکن کیونکہ Cl ایک کمزور لیگانڈ ہے لہٰذا یہ بغیر جورے کے الیکٹرانوں کی جفتہ سازی میں ناکام رہتا ہے۔

9.7 -CN (مضبوط لیگانڈ) کی موجودگی میں $3d$ الیکٹرانوں کی جفتہ سازی ہوجاتی ہے اور صرف ایک بغیر جوڑے کا الیکٹران باقی رہتا ہے۔ d_2sp^3 مخلوطیت ہے جس سے اندرونی اربٹل کمپلیکس بنتے ہیں۔ H_2O (ایک کمزور لیگانڈ) کی موجودگی میں $3d$ الیکٹرانوں کی جفتہ سازی نہیں ہو پاتی۔ sp_3d_2 مخلوطیت ہے اور بیرونی اربٹل مرکبات بنتے ہیں جو کہ پانچ بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں پر مشتمل ہوتے ہیں اسی لیے یہ بہت زیادہ پیرا مقناطیسی ہے۔

9.8 NH_3 کی موجودگی میں، 3d الیکٹرانوں کی جفتہ سازی ہوجاتی ہے اور دو d اربٹل خالی رہتے ہیں جس سے d_2sp_3 مخلوطیت وجود میں آتی ہے اور $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ کے معاملے میں اندرونی اربٹل کمپلیکس بنتے ہیں۔

$Ni(NH_3)_6^{2+}$ میں، Ni کی تکسیدی حالت 2+ ہے اور اس کا تشکل d^8 ہے ملوث مخلوطیت sp_3d ہے جس سے بیرونی اربٹل کمپلیکس بنتے ہیں۔

9.9 اسکوائر پلینر شکل کے لیے مخلوطیت dsp^2 ہے۔ اس طرح $5d$ اربٹل میں الیکٹرانوں کی جفتہ سازی ہوجاتی ہے جس سے dsp^2 مخلوطیت کے لیے ایک d اربٹل خالی رہ جاتا ہے۔ اس طرح کوئی بھی بغیر جوڑے کا الیکٹران نہیں ہے۔

ضمیمہ 1

عناصر، ان کے ایٹمی عدد اور مولر کمیت

عنصر	علامت	ایٹمی عدد	مولر کمیت/ $g\ mol^{-1}$
ایکٹینیم(Actinium)	Ac	89	227.03
المونیم(Aluminium)	Al	13	26.98
امریشیم(Americium)	Am	95	(243)
اینٹی منی(Antimony)	Sb	51	121.75
آرگن(Argon)	Ar	18	39.95
آرسینک(Arsenic)	As	33	74.92
ایسٹاٹین(Astatine)	At	85	210
بیریم(Berium)	Ba	56	137.34
برکیلیم(Berkelium)	Bk	97	(247)
بیریلیم(Beryllium)	Be	4	9.01
بسمتھ(Bismuth)	Bi	83	208.98
بوہریم(Bohrium)	Bh	107	(264)
بورون(Boron)	B	5	10.81
برومین(Bromine)	Br	35	79.91
کیڈمیم(Cadmium)	Cd	48	112.40
سیزیم(Caesium)	Cs	55	132.91
کیلشیم(Calcium)	Ca	20	40.08
کیلی فورنیم(Californium)	Cf	98	251.08
کاربن(Carbon)	C	6	12.01
سیریم(Cerium)	Ce	58	140.12
کلورین(Chlorine)	Cl	17	35.45
کرومیم(Chromium)	Cr	24	52.00
کوبالٹ(Cobalt)	Co	27	58.93
کاپر(Copper)	Cu	29	63.54
کیوریم(Curium)	Cm	96	247.07
ڈبنیم(Dubnium)	Db	105	(263)
ڈسپروسیم(Dysprosium)	Dy	66	162.50
آئن سٹائنیم(Einsteinium)	Es	99	(252)
اربیم(Erbium)	Er	68	167.26
یوروپیم(Europium)	Eu	63	151.96
فرمیم(Fermium)	Fm	100	(257.10)
فلورین(Fluoprine)	F	9	19.00
فرانسیم(Francium)	Fr	87	(223)
گیڈولینیم(Gadolinium)	Gd	64	157.25
گیلیم(Gallium)	Ga	31	69.72
جرمینیم(Germanium)	Ge	32	72.61
گولڈ/سونا(Gold)	Au	79	196.97
ہیفنیم(Hafnium)	Hf	72	178.49
ہیسیم(Gassium)	Hs	108	(269)
ہیلیم(Helium)	He	2	4.00
ہولمیم(Holmium)	Ho	67	164.93
ہائیڈروجن(Hydrogen)	H	1	1.0079
انڈیم(Indium)	In	49	114.82
آیوڈین(Iodine)	I	53	126.90
اریڈیم(Iridium)	Ir	77	192.2
آئرن/لوہا(Iron)	Fe	26	55.85
کرپٹون(Krypton)	Kr	36	83.80
لینتھینم(Lanthanum)	La	57	138.91
لارنشیم(Lawrencium)	Lr	103	(262.1)
لیڈ/سیسہ(Lead)	Pb	82	207.19
لیتھیم(Lithium)	Li	3	6.94
لیوٹیشیم(Lutetiume)	Lu	71	174.96
میگنیشیم(Magnesium)	Mg	12	24.31
مینگنیز(Manganese)	Mn	25	54.94
میٹنیریم(Meitnium)	Mt	109	(268)
مینڈلیویم(Mendelivium)	Md	101	258.10
مرکری/پارہ(Mercury)	Hg	80	200.59
مولبڈینم(Molybdenum)	Mo	42	95.94
نیوڈائی میم(Neodymium)	Nd	60	144.24
نیون(Neon)	Ne	10	20.18
نیپچونیم(Neptunium)	Np	93	(237.05)
نکل(Nickel)	Ni	28	58.71
نیوبیم(Niobium)	Nb	41	92.91
نائٹروجن(Nitrogen)	N	7	14.0067
نوبلیم(Nobelium)	No	102	(259)
آسمیم(Osmium)	Os	76	190.2
آکسیجن(Oxygen)	O	8	16.00
پلیڈیم(Palladium)	Pd	46	106.4
فاسفورس(Phosphorous)	P	15	30.97
پلاٹینم(Platinum)	Pt	78	195.09
پلوٹونیم(Plutonium)	Pu	94	(244)
پولونیم(Polonium)	Po	84	210
پوٹاشیم(Potassium)	K	19	39.10
پراسیوڈائی میم(Praseodymium)	Pr	59	140.91
پرومیتھیم(Promethium)	Pm	61	(145)
پروٹیکٹینیم(Protactinium)	Pa	91	231.04
ریڈیم(Radium)	Ra	88	(226)
ریڈون(Redon)	Rn	86	(222)
رینیم(Rhenium)	Re	75	186.2
روڈیم(Rhodium)	Rh	45	102.91
روبیڈیم(Rbidium)	Rb	37	85.47
روتھینیم(Ruthenium)	Ru	44	101.07
ردرفورڈیم(Rutherfordium)	Rf	104	(261)
سماریم(Samarium)	Sm	62	150.35
اسکینڈیم(Scandium)	Sc	21	44.96
سی بورگیم(Seaborgium)	Sg	106	(266)
سیلینیم(Selenium)	Se	34	78.96
سلیکان(Silicon)	Si	14	28.08
سلور/چاندی(Silver)	Ag	47	107.87
سوڈیم(Sodium)	Na	11	22.99
اسٹرونشیم(Strontium)	Sr	38	87.62
سلفر/گندھک(Sulphar)	S	16	32.06
ٹینٹلم(Tantalum)	Ta	73	180.95
ٹیکنیشیم(Technetium)	Tc	43	(98.91)
ٹیلوریم(Tellurium)	Te	52	127.60
ٹربیم(Terbium)	Tb	65	158.92
تھیلیم(Thallium)	Tl	81	204.37
تھوریم(Therium)	Th	90	232.04
تھولیم(Thulium)	Tm	69	168.93
ٹن(Tin)	Sn	50	118.69
ٹائی ٹے نیم(Titanium)	Ti	22	47.88
ٹنگسٹن(Tungsten)	W	74	183.85
ان ان بیم(Ununbium)	Uub	112	(277)
ان ان نیلیم(Ununnilium)	Uun	110	(269)
ان ان ان ایم(Unununium)	Uuu	111	(272)
یورینیم(Uranium)	U	92	238.03
وینےڈیم(Vanadium)	V	23	50.94
زی نون(Xenon)	Xe	54	131.30
اٹربیم(Ytterbium)	Yb	70	173.04
اٹریم(Yttrium)	Y	39	88.91
زنک(Zinc)	Zn	30	65.37
زرکونیم(Zirconium)	Zr	40	91.22

قوسین(Parenthesis) میں دی ہوئی قدر اس ہم جا کی مولر کمیت ہے جس کی نصف عمر سب سے زیادہ ہے۔

ضمیمہ II

کچھ کارآمد بدل اجزائے ضربی

کمیت اور وزن کی اکائیاں

1 پاؤنڈ = 453.59 گرام

1 پاؤنڈ = 453.59 گرام = 0.45359 کلوگرام

1 کلوگرام = 1000 گرام = 2.205 پاؤنڈ

1 گرام = 10 ڈیسی گرام = 100 سینٹی گرام = 1000 ملی گرام

1 گرام = 6.022×10^{23} ایٹمی کمیت اکائی یا u

1 ایٹمی کمیت اکائی = 1.6606×10^{-24} گرام

1 میٹرٹن = 1000 کلوگرام = 2205 پاؤنڈ

حجم کی عام اکائیاں

1 کوآرٹ = 0.9463 لیٹر

1 لیٹر = 1.056 کوآرٹ

1 لیٹر = 1 کعب ڈیسی میٹر = 1000 کعب سینٹی میٹر = 0.001 کعب میٹر

1 ملی لیٹر = 1 کعب سینٹی میٹر = 0.001 لیٹر = 1.056×10^{-3} کوآرٹ

1 کعب فٹ = 28.316 لیٹر = 29.902 کوآرٹ = 7.475 گیلن

توانائی کی عام اکائیاں

1 جول = 1×10^{7} ارگ

1 حرارتی کیمیائی کیلوری** = 4.184 جول = 4.184×10^{7} ارگ

= 4.129×10^{-2} لیٹر-ایٹموسفیئر

= 2.612×10^{19} الیکٹران وولٹ

1 ارگ = 1×10^{-7} جول = 2.3901×10^{-8} کیلوری

1 الیکٹران وولٹ = 1.6022×10^{-19} جول

= 1.6022×10^{-12} ارگ

= 96.487 kJ/ mol†

1 لیٹر-ایٹموسفیئر = 24.217 کیلوری

= 101.32 جول

= 1.0132×10^{9} ارگ

1 برٹش حرارتی اکائی = 1055.06 جول

= 1.05506×10^{10} ارگ

= 252.2 کیلوری

لمبائی کی عام اکائیاں

1 انچ = 2.54 سینٹی میٹر (بالکل درست)

1 میل = 5280 فٹ = 1.609 کلومیٹر

1 گز = 36 انچ = 0.9144 میٹر

1 میٹر = 100 سینٹی میٹر = 39.37 انچ = 3.281 فٹ = 1.094 گز

1 کلومیٹر = 1000 میٹر = 1094 گز = 0.6215 میل

1 انگسٹرام = 1.0×10^{-8} سینٹی میٹر = 0.10 نینومیٹر

= 1.0×10^{-10} میٹر = 3.937×10^{-9} انچ

* قوت اور دباؤ کی عام اکائیاں

1 فضائی دباؤ = پارہ کے 760 ملی میٹر

= 1.013×10^{5} پاسکل

= 14.70 پاؤنڈ فی مربع میٹر

1 بار = 10^{5} پاسکل

1 ٹور = پارہ کا 1 ملی میٹر

1 پاسکل = $1 kg/ms^2 = 1 N/m^2$

درجۂ حرارت

SI بنیادی اکائی: کیلون (k)

K = -273.15°C

K = °C + 273.15

°F = 1.8(°C) + 32

$$°C = \frac{°F - 32}{1.8}$$

---

* قوت: 1 نیوٹن (N) = $1 kg\ m/s^2$، یعنی وہ قوت جو اگر ایک سیکنڈ تک لگائی جائے تو ایک کلوگرام کمیت کو 1 میٹر فی سیکنڈ رفتار دے۔

** حرارت کی وہ مقدار جو ایک گرام پانی کا درجہ حرارت 14.5°C سے 15.5°C تک بڑھانے کے لیے درکار ہے۔

† نوٹ کریں کہ دوسری اکائیاں فی ذرہ ہیں اور اسے 6.022×10^{23} سے ضرب کرنا ہوگا تب ہی دوسری اکائیوں سے مقابلہ کیا جاسکتا ہے۔

ضمیمہ III

298 K پر برق کیمیائی ترتیب میں معیاری مضمر

تحویل نصف تعامل	$E^{\ominus}/V$
$H_4XeO_6 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow XeO_3 + 3H_2O$	+3.0
$F_2 + 2e^- \longrightarrow 2F^-$	+2.87
$O_3 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow O_2 + H_2O$	+2.07
$S_2O_8^{2-} + 2e^- \longrightarrow 2SO_4^{2-}$	+2.05
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag^+$	+1.98
$Co^{3+} + e^- \longrightarrow Co^{2+}$	+1.81
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.78
$Au^+ + e^- \longrightarrow Au$	+1.69
$Pb^{4+} + 2e^- \longrightarrow Pb^{2+}$	+1.67
$2HClO + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow Cl_2 + 2H_2O$	+1.63
$Ce^{4+} + e^- \longrightarrow Ce^{3+}$	+1.61
$2HBrO + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow Br_2 + 2H_2O$	+1.60
$MnO_4 + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	+1.51
$Mn^{3+} + e^- \longrightarrow Mn^{2+}$	+1.51
$Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$	+1.40
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	+1.36
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1.33
$O_3 + H_2O + 2e^- \longrightarrow O_2 + 2OH^-$	+1.24
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.23
$ClO_4^- + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow ClO_3^- + 2H_2O$	+1.23
$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	+1.23
$Pt^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pt$	+1.20
$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$	+1.09
$Pu^{4+} + e^- \longrightarrow Pu^{3+}$	+0.97
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \longrightarrow NO + 2H_2O$	+0.96
$2Hg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Hg_2^{2+}$	+0.92
$ClO^- + H_2O + 2e^- \longrightarrow Cl^- + 2OH^-$	+0.89
$Hg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Hg$	+0.86
$NO_3^- + 2H^+ + e^- \longrightarrow NO_2 + H_2O$	+0.80
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	+0.80
$Hg_2^{2+} + 2e^- \longrightarrow 2Hg$	+0.79
$Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}$	+0.77
$BrO^- + H_2O + 2e^- \longrightarrow Br^- + 2OH^-$	+0.76
$Hg_2SO_4 + 2e^- \longrightarrow 2Hg + SO_4^{2-}$	+0.62
$MnO_4^{2-} + 2H_2O + 2e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$	+0.60
$MnO_4^- + e^- \longrightarrow MnO_4^{2-}$	+0.56
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$	+0.54
$I_3^- + 2e^- \longrightarrow 3I^-$	+0.53
$Cu^+ + e^- \longrightarrow Cu$	+0.52
$NiOOH + H_2O + e^- \longrightarrow Ni(OH)_2 + OH^-$	+0.49
$Ag_2CrO_4 + 2e^- \longrightarrow 2Ag + CrO_4^{2-}$	+0.45
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$	+0.40
$ClO_4^- + H_2O + 2e^- \longrightarrow ClO_3^- + 2OH^-$	+0.36
$[Fe(CN)_6]^{3-} + e^- \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{4-}$	+0.36
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	+0.34
$Hg_2Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Hg + 2Cl^-$	+0.27
$AgCl + e^- \longrightarrow Ag + Cl^-$	+0.27
$Bi^{3+} + 3e^- \longrightarrow Bi$	+0.20
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2SO_3 + H_2O$	+0.17
$Cu^{2+} + e^- \longrightarrow Cu^+$	+0.16
$Sn^{4+} + 2e^- \longrightarrow Sn^{2+}$	+0.15
$AgBr + e^- \longrightarrow Ag + Br^-$	+0.07
$Ti^{4+} + e^- \longrightarrow Ti^{3+}$	0.00
$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$	0.0 by definition
$Fe^{3+} + 3e^- \longrightarrow Fe$	–0.04
$O_2 + H_2O + 2e^- \longrightarrow HO_2^- + OH^-$	–0.08
$Pb^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pb$	–0.13
$In^+ + e^- \longrightarrow In$	–0.14
$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$	–0.14
$AgI + e^- \longrightarrow Ag + I^-$	–0.15
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	–0.23
$V^{3+} + e^- \longrightarrow V^{2+}$	–0.26
$Co^{2+} + 2e^- \longrightarrow Co$	–0.28
$In^{3+} + 3e^- \longrightarrow In$	–0.34
$Tl^+ + e^- \longrightarrow Tl$	–0.34
$PbSO_4 + 2e^- \longrightarrow Pb + SO_4^{2-}$	–0.36
$Ti^{3+} + e^- \longrightarrow Ti^{2+}$	–0.37
$Cd^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cd$	–0.40
$In^{2+} + e^- \longrightarrow In^+$	–0.40
$Cr^{3+} + e^- \longrightarrow Cr^{2+}$	–0.41
$Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$	–0.44
$In^{3+} + 2e^- \longrightarrow In^+$	–0.44
$S + 2e^- \longrightarrow S^{2-}$	–0.48
$In^{3+} + e^- \longrightarrow In^{2+}$	–0.49
$U^{4+} + e^- \longrightarrow U^{3+}$	–0.61
$Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$	–0.74
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$	–0.76

(continued)

تحویل نصف تعامل	$E^\ominus/V$	تحویل نصف تعامل	$E^\ominus/V$
$Cd(OH)_2 + 2e^- \longrightarrow Cd + 2OH^-$	–0.81	$La^{3+} + 3e^- \longrightarrow La$	–2.52
$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$	–0.83	$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$	–2.71
$Cr^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cr$	–0.91	$Ca^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ca$	–2.87
$Mn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mn$	–1.18	$Sr^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sr$	–2.89
$V^{2+} + 2e^- \longrightarrow V$	–1.19	$Ba^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ba$	–2.91
$Ti^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ti$	–1.63	$Ra^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ra$	–2.92
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	–1.66	$Cs^+ + e^- \longrightarrow Cs$	–2.92
$U^{3+} + 3e^- \longrightarrow U$	–1.79	$Rb^+ + e^- \longrightarrow Rb$	–2.93
$Sc^{3+} + 3e^- \longrightarrow Sc$	–2.09	$K^+ + e^- \longrightarrow K$	–2.93
$Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg$	–2.36	$Li^+ + e^- \longrightarrow Li$	–3.05
$Ce^{3+} + 3e^- \longrightarrow Ce$	–2.48		

ضمیمہ IV

لوگارتم

بعض اوقات جب کوئی عددی عبارت ضرب، تقسیم یا کسی بڑے عدد کی ناطق قوت پر مشتمل ہوتی ہے تو اس قسم کی تحسیب کے لیے لوگارتم بہت مفید ہے۔ اس سے ہمیں مشکل تحسیبات کو آسانی سے حل کرنے میں مدد ملتی ہے۔ کیمیائی حرکیات، حرحرکیات، برق کیمیا وغیرہ سے متعلق مسئلوں کو حل کرنے کے لیے لوگارتم قدروں کی ضرورت ہوتی ہے۔ ہم سب سے پہلے لوگارتم کے تصور کو متعارف کرائیں گے اور اس کے قوانین پر بحث کریں گے اور اس کے بعد اس کے کام کرنے کے طریقے پر غور کریں گے اور پھر متعدد مسئلوں پر اس تکنیک کا اطلاق کریں گے جس سے یہ ظاہر ہو جائے گا کہ یہ تحسیبات کو آسان بنا دیتا ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ

$2^3=8,\ 3^2=9,\ 5^3=125,\ 7^0=1$

عمومی طور پر، ایک مثبت حقیقی عدد a اور ایک ناطق عدد m کے لیے مان لیجیے کہ $a^m=b$

جہاں b ایک حقیقی عدد ہے، دوسرے الفاظ میں

اساس a کی m ویں قوت b ہے۔

اگر ایک مثبت حقیقی عدد a کے لیے $a \neq 1$

$a^m=b$

ہم کہہ سکتے ہیں کہ m، b کا لوگارتم ہے جس کا اساس a ہے۔

اسے ہم اس طرح لکھتے ہیں $\log_a^b = m$

'log' لفظ 'logarithm' کا مخفف ہے۔

اس لیے ہمارے پاس ہے۔

$\log_2 8 = 3,\quad \text{Since } 2^3 = 8$

$\log_3 9 = 2,\quad \text{Since } 3^2 = 9$

$\log_5 125 = 3,\quad \text{Since } 5^3 = 125$

$\log_7 1 = 0,\quad \text{Since } 7^0 = 1$

لوگارتم کے قوانین

مندرجہ ذیل بحث میں ہم لوگارتم کا استعمال کسی بھی اساس a ($a>0$ اور $a \neq 1$) کے لیے کریں گے۔

پہلا قانون: $\log_a(mn)=\log_a m+\log_a n$

ثبوت: مان لیجیے کہ $\log_a m=x$ اور $\log_a n=y$

تب $a^x=m$، $a^y=n$

اس طرح $mn=a^x.a^y=a^{x+y}$

اب لوگارتم کی تعریف سے ہمیں مندرجہ ذیل حاصل ہوتا ہے۔

$\log_a(mn)=x+y=\log_a m-\log_a n$

دوسرا قانون: $\log_a\left(\frac{m}{n}\right)=\log_a m-\log_a n$

ثبوت: مان لیجیے کہ $\log_a m=x$ اور $\log_a n=y$

تب $a^x=m$، $a^y=n$

اس طرح $\frac{m}{n}=\frac{a^x}{a^y}=a^{x-y}$

لہٰذا

$$\log_a\left(\frac{m}{n}\right)=x-y=\log_a m-\log_a n$$

تیسرا قانون: $\log_a(m^n)=n\log_a m$

ثبوت: جیسا کہ پہلے دیکھ چکے ہیں اگر $\log_a m=x$ تب $a^x=m$

تب $m^n=\left(a^x\right)^n=a^{nx}$

اس طرح $\log_a(m^n)=nx=n\log_a m$

اس طرح پہلے قانون کے مطابق ''دو اعداد کے حاصل ضرب کا لوگارتم ان کے log کے حاصل جمع کے مساوی ہوتا ہے۔ اسی طرح دوسرے قانون کے مطابق: دو اعداد کی نسبت کا لوگارتم ان کے log کے حاصل تفریق کے مساوی ہوتا ہے۔ اس طرح یہ قوانین ضرب اور تقسیم کے مسئلے کو جمع تفریق کے مسئلے میں تبدیل کر دیتے ہیں، جو کہ ضرب یا تقسیم کے عمل کے مقابلے آسان ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ لوگارتم تمام عددی تحسیبات کے لیے نہایت مفید ہے۔

لوگارتم جس کا اساس 10 ہے

کیونکہ اعداد کو لکھنے کا اساس 10 ہے، اس لیے اساس 10 کے لیے لوگارتم لکھنا زیادہ مناسب ہے۔ کچھ مثالیں ذیل میں دی گئی ہیں۔

$\log_{10}10=1$ کیونکہ $10^1=1$

$\log_{10}100=2$ کیونکہ $10^2=100$

$\log_{10}10000=4$ کیونکہ $10^4=10000$

$\log_{10}0.01=-2$ کیونکہ $10^{-2}=0.01$

$\log_{10}0.001=-3$ کیونکہ $10^{-3}=0.001$

$\log_{10}1=0$ کیونکہ $10^0=1$

مذکورہ بالا نتائج سے ظاہر ہوتا ہے کہ اگر 10 کی تکملی قوت n ہے یعنی اعشاریہ کے ٹھیک دائیں طرف 1 کے بعد متعدد صفر ہیں یا 1 سے پہلے متعدد صفر ہیں تو log n بآسانی معلوم کیا جا سکتا ہے۔

اگر n، 10 کی تکملی قوت نہیں ہے تو log n کی تحسیب آسان نہیں ہے۔ لیکن ریاضی دانوں نے ایسی جدولیں مرتب کی ہیں جن کی مدد سے ہم 1 اور 10 کے بیچ میں کسی بھی مثبت عدد کے لوگارتم کی لگ بھگ قدر پڑھ سکتے ہیں۔ اور یہ اعشاری عدد کی شکل میں ظاہر کیے گئے کسی بھی عدد کے لوگارتم کی تحسیب کے لیے کافی ہیں۔ اس مقصد کے لیے، ہم دیے گئے اعشاریہ کو ہم ہمیشہ 10 کی تکملی قوت اور 1 سے 10 کے بیچ میں کسی بھی عدد کے حاصل ضرب کے طور پر لکھتے ہیں۔

اعشاریہ کی معیاری شکل

ہم کسی بھی عدد کو (i)10 کی تکملی قوت اور (ii) 1 سے 10 کے بیچ میں کسی بھی عدد کے حاصل ضرب کے طور پر اعشاریہ کی شکل میں ظاہر کر سکتے ہیں۔

(i) 25.2، 10 اور 100 کے درمیان میں ہے

$$25.2 = \frac{25.2}{10} \times 10 = 2.52 \times 10^1$$

(ii) 1038.4، 1000 اور 10000 کے درمیان میں ہے۔

$$1038.4 = \frac{1038.4}{1000} \times 10^3 = 1.0384 \times 10^3$$

(iii) 0.005، 0.001 اور 0.01 کے درمیان میں ہے۔

$$\therefore \quad 0.005 = (0.005 \times 1000) \times 10^{-3} = 5.0 \times 10^{-3}$$

(iv) 0.00025، 0.0001 اور 0.001 کے درمیان میں ہے۔

$$\therefore \quad 0.00025 = (0.00025 \times 10000) \times 10^{-4} = 2.5 \times 10^{-4}$$

ہر ایک معاملے میں، ہم اعشاریہ کو 10 کی قوت سے یا تو ضرب کرتے ہیں یا تقسیم کرتے ہیں تا کہ اعشاریہ کے بائیں طرف غیر صفر ہندسہ آ جائے، اور معکوس عمل کو 10 کی اسی قوت کے ساتھ کرتے ہیں۔

اس طرح کوئی بھی مثبت اعشاریہ مندرجہ ذیل طریقہ سے لکھا جا سکتا ہے۔

$$n = m \times 10^p$$

جہاں p ایک صحیح عدد ہے (مثبت، صفر یا منفی) اور $1 \le m < 10$ ۔ یہ "n کی معیاری شکل کہلاتی ہے"۔

کام کرنے کے قاعدے

1۔ اعشاریہ کو حسب ضرورت بائیں طرف یا دائیں طرف کھسکایئے تا کہ اعشاریہ کے بائیں طرف غیر صفر ہندسہ آ جائے۔

2۔ (i) اگر آپ بائیں طرف p مقام چلتے ہیں تو 10^p سے ضرب کیجیے۔

(ii) اگر آپ دائیں طرف p مقام چلتے ہیں تو 10^{-p} سے ضرب کیجیے۔

(iii) اگر آپ اعشاریہ کو بالکل بھی نہیں کھسکاتے ہیں تو 10^0 سے ضرب کیجیے۔

(iv) دیے ہوئے اعشاریہ کی معیاری شکل حاصل کرنے کے لیے نئے اعشاریہ کو 10 کی قوت سے ضرب کے ساتھ لکھیے (قدم 2)

characteristic اور اعشاری عدد

n کی معیاری شکل پر غور کیجیے

$n = m \times 10^p$، جہاں $1 \le m < 10$

اساس 10 کے لیے لوگارتم لینے اور لوگارتم کے قوانین کا استعمال کرنے پر

$$\log n = \log m + \log^p$$

$$= \log m + p\log 10$$

$$= p + \log m$$

یہاں pایک صحیح عدد ہے اور $1 \le m < 10$، اس لیے $0 \le \log m < 1$، یعنی m، 0اور1کے درمیان میں ہے۔۔ جب logn کو p+logm کی شکل میں ظاہر کا جاتا ہے، جہاں pایک صحیح عدد ہے اور $0 \le \log m < 1$ تو ہم کہہ سکتے ہیں کہ p، logn کا characteristic ہے اورlogm، logn کا اعشاری عدد ہے۔نوٹ کیجیے کہ characteristic ہمیشہ ایک صحیح عدد ہوتا ہے ..مثبت، منفی یا صفراور اعشاری عدد کبھی بھی صحیح عدد نہیں ہوتا اور ہمیشہ 1 سے چھوٹا ہوتا ہے۔اگر ہم logn کے characteristicاور اعشاری عددکو معلوم کرسکتے ہیں تو ہمیں lognمعلوم کرنے کے لیے انھیں صرف جمع کرنا ہوگا۔

اس طرح lognمعلوم کرنے کے لیے، ہمیں مندرجہ ذیل کے مطابق کام کرنا ہوگا۔

1- n کو معیاری شکل میں لکھیے۔مثلاً

$n = m \times 10^p$، $1 \le m < 10$

2- عبارت سے logn کا p characteristic پڑھیے(10 کی قوت)

3- جدول میں logmدیکھیے جسے ذیل میں بیان کیا جارہا ہے۔

4- $\log n = p + \log m$ لکھیے۔

اگر کسی عدد کا p characteristicفرض کیجیے 2 ہے اوراعشاری عدد 4133. ہے تو ہمارے پاس ہے $\log m = 2 + .4133$ جسے ہم 2.4133 لکھ سکتے ہیں۔تاہم، اگر کسی عدد کا p characteristicفرض کیجیے 2 - ہے اوراعشاری عدد 4123. ہے تو ہمارے پاس ہے $\log m = -2 + .4133$ اسے ہم 2.4133- نہیں لکھ سکتے (کیوں؟)اس ابہام کو دور کرنے کے لیے ہم 2- کو $\bar{2}$ لکھتے ہیں اور اس طرح ہم لکھتے ہیں

$\log m = \bar{2}.4123$.

آیئے اب دیکھتے ہیں کہ اعشاری عددکو معلوم کرنے کے لیےلوگارتم جدول کا استعمال کس طرح کیا جاتا ہے۔جدول اس ضمیمہ کے آخیر میں دی گئی ہیں۔

مشاہدہ کیجیے کہ جدول میں ہر ایک قطار دو ہندسی عدد سے شروع ہوتی ہےمثلاً 10، 11، 12،....97، 98، 99۔ہر ایک کالم کی سرخی ایک ہندسی عدد ہے 0، 1، 2....9۔دائیں طرف ایک اورسیکشن ہے جسے"اوسط فرق" کہتے ہیں یہ 9 کالموں پر مشتمل ہے جس کی سرخیاں ہیں 1,2.....9

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7803	7810	7817	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7935	7945	7954	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	6	6
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

Now suppose we wish to find log (6.234). Then look into the row starting with 62. In this row, look

اب مان لیجیے ہم (6.234)logمعلوم کرنا چاہتے ہیں تو 62 سے شروع ہونے والی قطار کو دیکھیے۔اس قطار میں سرخی3والے کالم کے عدد کو دیکھیے۔عدد ہے 7945۔اس کا مطلب ہے کہ

$\log(6.230) = 0.7945^*$

لیکن ہمیں (6.234)logدرکار ہے۔اس لیے ہمارا جواب 0.7945 سے تھوڑا زیادہ ہوگا۔کتنا زیادہ؟اسے ہم اوسط فرق والے سیکشن میں دیکھتے ہیں۔کیونکہ ہمارا چوتھا ہندسہ 4 ہے لہٰذا اوسط فرق والے سیکشن میں سرخی 4والے کالم میں (62والی قطار میں)دیکھیے۔یہاں ہمیں عدد3حاصل ہوتا ہے۔اب 3 کو7945میں جمع کیجیے اور7948 حاصل کیجیے۔اس طرح ہمیں مندرجہ ذیل حاصل ہوتا ہے۔

log(6.234)=0.7948

ایک اور مثال لیتے ہیں۔ log(8.127)معلوم کرنے کے لیے ہم 2 کے تحت آنے والے کالم کی قطار 81 کو دیکھتے ہیں اور ہمیں 9096حاصل ہوتا ہے۔اسی قطار میں آگے اوسط فرق والے سیکشن میں 7 کے نیچے والے کالم میں 4 ہے۔اسے9096میں جمع کرنے پر ہمیں9100حاصل ہوتا ہے۔اس طرح log(8.127)=0.9100۔

Nمعلوم کرنا جب log Nدیا ہو

ان تک ہم نے lognمعلوم کرنے کے طریقہ پر بحث کی ہے جب ایک مثبت عددnدیا ہو۔اب ہم اس کے معکوس عمل کی طرف رخ کرتے ہیں،یعنی nمعلوم کرنے کے طریقہ کی طرف جب lognدیا ہو۔اگر logn=tہے تو ہم کبھی کبھی کہتے ہیں کہ n=antilog t۔لہٰذا ہمارا مقصد ہے دیے ہوئے t کا اینٹی لوگارتم معلوم کرنا۔اس کے لیے ہم پہلے سے تیار شدہ اینٹی لوگارتم جدولوں کا استعمال کریں گے۔

مان لیجیے log n=2.5372

nمعلوم کرنے کے لیے سب سے پہلے log nصرف اعشاری عدد لیجیے۔۔اس معاملے میں یہ 5372. ہے(اس کے مثبت ہونے کو یقینی بنائیے)۔اب اینٹی لوگارتم جدول سے اس عدد کا اینٹی لاگ لیجیے بالکل اسی طرح جیسے کہ لوگارتم جدول میں کیا گیا تھا۔اینٹی لاگ جدول میں 53. والی قطار میں 7 کے نیچے والے کالم میں 3443 ہے اور اسی قطار میں آخری دو ہندسوں کا اوسط فرق 2 ہے۔اس طرح جدول سے 3445 حاصل ہوتا ہے۔لہٰذا

antilog(.5372)=3.445

اب کیونکہ log n=2.5372 ہے log nکا characteristic 2 ہے۔اس لیے nکی معیاری شکل مندرجہ ذیل ہوگی۔

$n=3.445\times10^{2}$

یا $n= 344.5$

توضیح I:

اگر log x =1.0712تو xمعلوم کیجیے

حل:ہم دیکھتے ہیں کہ 0712 کے نظیری عدد1179 ہے۔اس لیے log xکا characteristic 1 ہے۔ہمارے پاس ہے

$x=1.179\times10^{1}$

$= 11.79$

توضیح II:

اگر $\log x = \bar{2}.1352$ تو xمعلوم کیجیے۔

حل:اینٹی لوگارتم جدول سے ہم دیکھتے ہیں کہ 1352 کا نظیری عدد1366 ہے۔کیونکہ characteristic $\bar{2}$ یعنی -2 ہے۔لہٰذا

$x=1.179\times10^{-2}=0.01366$

---

* یہ بات نوٹ کرنی چاہیے کہ جدول میں دی گئی قدریں بالکل صحیح نہیں ہیں۔یہ صرف لگ بھگ قدریں ہیں۔حالانکہ ہم نے مساوی کی علامت کا استعمال کیا ہے جس سے یہی لگتا ہے کہ یہ بالکل صحیح صحیح قدریں ہیں۔عدد کے اینٹی لاگ کے لیے بھی یہی طریقہ کار اپنایا جائے۔

عددی تحسیبات میں لوگارتم کا استعمال

توضیح I:

6.3×1.29 معلوم کیجیے۔

حل: مان لیجیے $x = \log(6.3\times1.29) = \log 6.3 + \log 1.29$

اب

$\log 6.3 = 0.7993$

$\log 1.29 = 0.1106$

$\log x = 0.9099$

اینٹی لاگ لینے پر

Illustration 1:

Find 6.3×1.29

Solution: Let $x = 6.3 \times 1.29$

Then $\log x = \log (6.3 \times 1.29) = \log 6.3 + \log 1.29$

Now,

$\log 6.3 = 0.7993$

$\log 1.29 = 0.1106$

\ $\log x = 0.9099$,

Taking antilog

$x = 8.127$

Illustration 2:

Find $\frac{(1.23)^{1.5}}{11.2\times23.5}$

Solution: Let $x = \frac{(1.23)^{\frac{3}{2}}}{11.2\times23.5}$

Then $\log x = \log \frac{(1.23)^{\frac{3}{2}}}{11.2\times23.5}$

$= \frac{3}{2}\log 1.23 - \log (11.2 \times 23.5)$

$= \frac{3}{2}\log 1.23 - \log 11.2 - 23.5$

Now,

$\log 1.23 = 0.0899$

$\frac{3}{2} \log 1.23 = 0.13485$

$\log 11.2 = 1.0492$

$\log 23.5 = 1.3711$

$\log x = 0.13485 - 1.0492 - 1.3711$

$= \overline{3}.71455$

\ x = 0.005183

Illustration 3:

Find $\sqrt{\frac{(71.24)^5 \times \sqrt{56}}{(2.3)^7 \times \sqrt{21}}}$

Solution: Let $x = \sqrt{\frac{(71.24)^5 \times \sqrt{56}}{(2.3)^7 \times \sqrt{21}}}$

Then $\log x = \frac{1}{2} \log \left[\frac{(71.24)^5 \times \sqrt{56}}{(2.3)^7 \times \sqrt{21}}\right]$

$= \frac{1}{2}$ [log (71.24)5 + log $\sqrt{56} - \log (2.3)^7 - \log \sqrt{21}$]

$= \frac{5}{2} \log 71.24 + \frac{1}{4} \log 56 - \frac{7}{2} \log 2.3 - \frac{1}{4} \log 21$

Now, using log tables

$\log 71.24 = 1.8527$

$\log 56 = 1.7482$

$\log 2.3 = 0.3617$

$\log 21 = 1.3222$ \ $\log x = \frac{5}{2} \log (1.8527) + \frac{1}{4} (1.7482) - \frac{7}{2} (0.3617) - \frac{1}{4} (1.3222)$

$= 3.4723$

\ x = 2967

لوگارتم

جدول 1

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170						5	9	13	17	21	26	30	34	38
						0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	16	20	24	28	32	36
11	0414	0453	0492	0531	0569						4	8	12	16	20	23	27	31	35
						0607	0645	0682	0719	0755	4	7	11	15	18	22	26	29	33
12	0792	0828	0864	0899	0934						3	7	11	14	18	21	25	28	32
						0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	20	24	27	31
13	1139	1173	1206	1239	1271						3	6	10	13	16	19	23	26	29
						1303	1335	1367	1399	1430	3	7	10	13	16	19	22	25	29
14	1461	1492	1523	1553	1584						3	6	9	12	15	19	22	25	28
						1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	14	17	20	23	26
15	1761	1790	1818	1847	1875						3	6	9	11	14	17	20	23	26
						1903	1931	1959	1987	2014	3	6	8	11	14	17	19	22	25
16	2041	2068	2095	2122	2148						3	6	8	11	14	16	19	22	24
						2175	2201	2227	2253	2279	3	5	8	10	13	16	18	21	23
17	2304	2330	2355	2380	2405						3	5	8	10	13	15	18	20	23
						2430	2455	2480	2504	2529	3	5	8	10	12	15	17	20	22
18	2553	2577	2601	2625	2648						2	5	7	9	12	14	17	19	21
						2672	2695	2718	2742	2765	2	4	7	9	11	14	16	18	21
19	2788	2810	2833	2856	2878						2	4	7	9	11	13	16	18	20
						2900	2923	2945	2967	2989	2	4	6	8	11	13	15	17	19
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6532	6542	6551	6561	6471	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8

لوگارتم

جدول 1 جاری

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7768	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9997	9996	0	1	1	2	2	3	3	3	4

اینٹی لوگارتم

جدول II

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	1000	1002	1005	1007	1009	1012	1014	1016	1019	1021	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.01	1023	1026	1028	1030	1033	1035	1038	1040	1042	1045	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.02	1047	1050	1052	1054	1057	1059	1062	1064	1067	1069	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.03	1072	1074	1076	1079	1081	1084	1086	1089	1091	1094	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.04	1096	1099	1102	1104	1107	1109	1112	1114	1117	1119	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.05	1122	1125	1127	1130	1132	1135	1138	1140	1143	1146	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.06	1148	1151	1153	1156	1159	1161	1164	1167	1169	1172	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.07	1175	1178	1180	1183	1186	1189	1191	1194	1197	1199	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.08	1202	1205	1208	1211	1213	1216	1219	1222	1225	1227	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.09	1230	1233	1236	1239	1242	1245	1247	1250	1253	1256	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.10	1259	1262	1265	1268	1271	1274	1276	1279	1282	1285	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.11	1288	1291	1294	1297	1300	1303	1306	1309	1312	1315	0	1	1	1	2	2	2	2	3
.12	1318	1321	1324	1327	1330	1334	1337	1340	1343	1346	0	1	1	1	2	2	2	2	3
.13	1349	1352	1355	1358	1361	1365	1368	1371	1374	1377	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.14	1380	1384	1387	1390	1393	1396	1400	1403	1406	1409	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.15	1413	1416	1419	1422	1426	1429	1432	1435	1439	1442	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.16	1445	1449	1452	1455	1459	1462	1466	1469	1472	1476	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.17	1479	1483	1486	1489	1493	1496	1500	1503	1507	1510	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.18	1514	1517	1521	1524	1528	1531	1535	1538	1542	1545	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.19	1549	1552	1556	1560	1563	1567	1570	1574	1578	1581	0	1	1	1	2	2	3	3	3
.20	1585	1589	1592	1596	1600	1603	1607	1611	1614	1618	0	1	1	1	2	2	3	3	3
.21	1622	1626	1629	1633	1637	1641	1644	1648	1652	1656	0	1	1	2	2	2	3	3	3
.22	1660	1663	1667	1671	1675	1679	1683	1687	1690	1694	0	1	1	2	2	2	3	3	3
.23	1698	1702	1706	1710	1714	1718	1722	1726	1730	1734	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.24	1738	1742	1746	1750	1754	1758	1762	1766	1770	1774	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.25	1778	1782	1786	1791	1795	1799	1803	1807	1811	1816	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.26	1820	1824	1828	1832	1837	1841	1845	1849	1854	1858	0	1	1	2	2	3	3	3	4
.27	1862	1866	1871	1875	1879	1884	1888	1892	1897	1901	0	1	1	2	2	3	3	3	4
.28	1905	1910	1914	1919	1923	1928	1932	1936	1941	1945	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.29	1950	1954	1959	1963	1968	1972	1977	1982	1986	1991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.30	1995	2000	2004	2009	2014	2018	2023	2028	2032	2037	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.31	2042	2046	2051	2056	2061	2065	2070	2075	2080	2084	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.32	2089	2094	2099	2104	2109	2113	2118	2123	2128	2133	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.33	2138	2143	2148	2153	2158	2163	2168	2173	2178	2183	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.34	2188	2193	2198	2203	2208	2213	2218	2223	2228	2234	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.35	2239	2244	2249	2254	2259	2265	2270	2275	2280	2286	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.36	2291	2296	2301	2307	2312	2317	2323	2328	2333	2339	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.37	2344	2350	2355	2360	2366	2371	2377	2382	2388	2393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.38	2399	2404	2410	2415	2421	2427	2432	2438	2443	2449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.39	2455	2460	2466	2472	2477	2483	2489	2495	2500	2506	1	1	2	2	3	3	4	5	5
.40	2512	2518	2523	2529	2535	2541	2547	2553	2559	2564	1	1	2	2	3	4	4	5	5
.41	2570	2576	2582	2588	2594	2600	2606	2612	2618	2624	1	1	2	2	3	4	4	5	5
.42	2630	2636	2642	2649	2655	2661	2667	2673	2679	2685	1	1	2	2	3	4	4	5	6
.43	2692	2698	2704	2710	2716	2723	2729	2735	2742	2748	1	1	2	3	3	4	4	5	6
.44	2754	2761	2767	2773	2780	2786	2793	2799	2805	2812	1	1	2	3	3	4	4	5	6
.45	2818	2825	2831	2838	2844	2851	2858	2864	2871	2877	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.46	2884	2891	2897	2904	2911	2917	2924	2931	2938	2944	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.47	2951	2958	2965	2972	2979	2985	2992	2999	3006	3013	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.48	3020	3027	3034	3041	3048	3055	3062	3069	3076	3083	1	1	2	3	3	4	5	6	6
.49	3090	3097	3105	3112	3119	3126	3133	3141	3148	3155	1	1	2	3	3	4	5	6	6

اینٹی لوگارتم

جدول 2 جاری

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.50	3162	3170	3177	3184	3192	3199	3206	3214	3221	3228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
.51	3236	3243	3251	3258	3266	3273	3281	3289	3296	3304	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.52	3311	3319	3327	3334	3342	3350	3357	3365	3373	3381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.53	3388	3396	3404	3412	3420	3428	3436	3443	3451	3459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.54	3467	3475	3483	3491	3499	3508	3516	3524	3532	3540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.55	3548	3556	3565	3573	3581	3589	3597	3606	3614	3622	1	2	2	3	4	5	6	7	7
.56	3631	3639	3648	3656	3664	3673	3681	3690	3698	3707	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.57	3715	3724	3733	3741	3750	3758	3767	3776	3784	3793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.58	3802	3811	3819	3828	3837	3846	3855	3864	3873	3882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
.59	3890	3899	3908	3917	3926	3936	3945	3954	3963	3972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
.60	3981	3990	3999	4009	4018	4027	4036	4046	4055	4064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
.61	4074	4083	4093	4102	4111	4121	4130	4140	4150	4159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.62	4169	4178	4188	4198	4207	4217	4227	4236	4246	4256	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.63	4266	4276	4285	4295	4305	4315	4325	4335	4345	4355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.64	4365	4375	4385	4395	4406	4416	4426	4436	4446	4457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.65	4467	4477	4487	4498	4508	4519	4529	4539	4550	4560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.66	4571	4581	4592	4603	4613	4624	4634	4645	4656	4667	1	2	3	4	5	6	7	9	10
.67	4677	4688	4699	4710	4721	4732	4742	4753	4764	4775	1	2	3	4	5	7	8	9	10
.68	4786	4797	4808	4819	4831	4842	4853	4864	4875	4887	1	2	3	4	6	7	8	9	10
.69	4898	4909	4920	4932	4943	4955	4966	4977	4989	5000	1	2	3	5	6	7	8	9	10
.70	5012	5023	5035	5047	5058	5070	5082	5093	5105	5117	1	2	4	5	6	7	8	9	11
.71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5236	1	2	4	5	6	7	8	10	11
.72	5248	5260	5272	5284	5297	5309	5321	5333	5346	5358	1	2	4	5	6	7	9	10	11
.73	5370	5383	5395	5408	5420	5433	5445	5458	5470	5483	1	3	4	5	6	8	9	10	11
.74	5495	5508	5521	5534	5546	5559	5572	5585	5598	5610	1	3	4	5	6	8	9	10	12
.75	5623	5636	5649	5662	5675	5689	5702	5715	5728	5741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
.76	5754	5768	5781	5794	5808	5821	5834	5848	5861	5875	1	3	4	5	7	8	9	11	12
.77	5888	5902	5916	5929	5943	5957	5970	5984	5998	6012	1	3	4	5	7	8	10	11	12
.78	6026	6039	6053	6067	6081	6095	6109	6124	6138	6152	1	3	4	6	7	8	10	11	13
.79	6166	6180	6194	6209	6223	6237	6252	6266	6281	6295	1	3	4	6	7	9	10	11	13
.80	6310	6324	6339	6353	6368	6383	6397	6412	6427	6442	1	3	4	6	7	9	10	12	13
.81	6457	6471	6486	6501	6516	6531	6546	6561	6577	6592	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.82	6607	6622	6637	6653	6668	6683	6699	6714	6730	6745	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.83	6761	6776	6792	6808	6823	6839	6855	6871	6887	6902	2	3	5	6	8	9	11	1314	
.84	6918	6934	6950	6966	6982	6998	7015	7031	7047	7063	2	3	5	6	8	10	11	13	15
.85	7079	7096	7112	7129	7145	7161	7178	7194	7211	7228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.86	7244	7261	7278	7295	7311	7328	7345	7362	7379	7396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.87	7413	7430	7447	7464	7482	7499	7516	7534	7551	7568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
.88	7586	7603	7621	7638	7656	7674	7691	7709	7727	7745	2	4	5	7	9	11	12	14	16
.89	7762	7780	7798	7816	7834	7852	7870	7889	7907	7925	2	4	5	7	9	11	13	14	16
.90	7943	7962	7980	7998	8017	8035	8054	8072	8091	8110	2	4	6	7	9	11	13	15	17
.91	8128	8147	8166	8185	8204	8222	8241	8260	8279	8299	2	4	6	8	9	11	13	15	17
.92	8318	8337	8356	8375	8395	8414	8433	8453	8472	8492	2	4	6	8	10	12	14	15	17
.93	8511	8531	8551	8570	8590	8610	8630	8650	8670	8690	2	4	6	8	10	12	14	16	18
.94	8710	8730	8750	8770	8790	8810	8831	8851	8872	8892	2	4	6	8	10	12	14	16	18
.95	8913	8933	8954	8974	8995	9016	9036	9057	9078	9099	2	4	6	8	10	12	15	17	19
.96	9120	9141	9162	9183	9204	9226	9247	9268	9290	9311	2	4	6	8	11	13	15	17	19
.97	9333	9354	9376	9397	9419	9441	9462	9484	9506	9528	2	4	7	9	11	13	15	17	20
.98	9550	9572	9594	9616	9638	9661	9683	9705	9727	9750	2	4	7	9	11	13	16	18	20
.99	9772	9795	9817	9840	9863	9886	9908	9931	9954	9977	2	5	7	9	11	14	16	18	20

مشق میں شامل کچھ سوالات کے جوابات

یونٹ 1

1.11 106.57 u

1.13 143.1 pm

1.15 8.97 g cm^{-3}

1.16 Ni^{2+} = 96% and Ni^{3+} = 4%

1.24 (i) 354 pm (ii) 2.26×10^{22} unit cells

1.25 6.02×10^{18} cation vacancies mol–1

یونٹ 2

2.4 16.23 M

2.5 0.617 m, 0.01 and 0.99, 0.67

2.6 157.8 mL

2.7 32% and 68%

2.8 7.95 m and 8.70 M

2.9 15×10^{-3} g, 1.25×10^{-4} m

2.15 40.907 g mol^{-1}

2.16 73.58 kPa

2.17 12.08 kPa

2.18 10 g

2.19 23 g mol-1, 3.53 kPa

2.20 269.07 K

2.21 A = 25.58 u and B = 42.64 u

2.22 0.061 M

2.24 KCl, CH_3OH, CH_3CN, Cyclohexane

2.25 Toluene, chloroform; Phenol, Pentanol; Formic acid, ethylelne glycol

2.26 4 m

2.27 2.45×10^{-8} M

2.28 1.424%

2.29 3.2 g of water

2.30 4.575 g

2.32 0.65^{0}

2.33 i = 1.0753, $K_a = 3.07 \times 10^{-3}$

2.34 17.44 mm Hg

2.35 178×10^{-5}

2.36 280.7 torr, 32 torr

2.38 0.6 and 0.4

2.39 $x(O_2)$ 4.6×10^{-5}, x (N2) 9.22×10^{-5}

2.40 0.03 mol کا $CaCl_2$

2.41 5.27×10^{-3} atm.

یونٹ 3

3.4 (i) $E^{\ominus} = 0.34V$, $\Delta_r G^{\ominus} = -196.86 \text{ kJ mol}^{-1}$, $K = 3.124 \times 10^{34}$
(ii) $E^{\ominus} = 0.03V$, $\Delta_r G^{\ominus} = -2.895 \text{ kJ mol}^{-1}$, $K = 3.2$

3.5 (i) 2.68 V, (ii) 0.53 V, (iii) 0.08 V, (iv) –1.315 V

3.6 1.105 V

3.8 $124.0 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$

3.9 0.219 cm^{-1}

3.11 1.85×10^{-5}

3.12 3F, 2F, 5F

3.13 1F, 4.44F

3.14 2F, 1F

3.15 1.8258g

3.16 14.40 min, Copper 0.427g, Zinc 0.437 g

یونٹ 4

4.2 (i) $8.0 \times 10^{-9} \text{ mol}^{-2} \text{ L2 s}^{-1}$; $3.89 \times 10^{-9} \text{ mol}^{-2} \text{ L2 s}^{-1}$

4.4 $\text{bar}^{-1/2}\text{s}^{-1}$

4.6 (i) 4 times (ii) ¼ times

4.8 (i) $4.67 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$ (ii) $1.928 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$

4.9 (i) rate = $k[A][B]^2$ (ii) 9 times

4.10 A کی مناسبت سے آرڈر 1.5 ہے اور B کی مناسبت سے آرڈر صفر ہے۔

4.11 rate law = $k[A][B]^2$; rate constant = $6.0 \text{ M}^{-2}\text{min}^{-1}$

4.13 (i) 3.47×10^{-3} seconds (ii) 0.35 minutes (iii) 0.173 years

4.14 1845 years

4.16 4.6×10^{-2} s

4.17 0.7814 mg and 0.227 mg.

4.19 77.7 minutes

4.20 $2.20 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

4.21 $2.23 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, $7.8 \times 10^{-4} \text{ atm s}^{-1}$

4.23 3.9 × 1012 s–1

4.24 0.135 M

4.25 0.1578 M

4.26 $232.79 \text{ kJ mol}^{-1}$

4.27 $239.339 \text{ kJ mol}^{-1}$

4.28 24°C

4.29 $E_a = 76.750 \text{ kJ mol}^{-1}$, $k = 0.9965 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$

4.30 52.8 kJ mol^{-1}

یونٹ 6

6.1 زنک بہت زیادہ تعامل پذیر دھات ہے۔ اسے $ZnSO_4$ محلول سے اتنی آسانی سے ہٹا پانا ممکن نہیں ہے۔

6.2 یہ کسی ایک جزو کو Complexation کے ذریعہ جھاگ بنانے سے روکتی ہے۔

6.3 زیادہ تر سلفائڈوں کی تشکیل کی گیس توانائیاں CS_2 کے مقابلے زیادہ ہیں۔ دراصل CS_2 ایک حرارت خور مرکب ہے۔ اسی لیے تحویل سے پہلے سلفائڈ کچ دھاتوں کی نظیری آکسائڈوں میں روسٹنگ ایک عام بات ہے۔

6.5 CO

6.6 سیلینیم، ٹیلیوریم، سلور، گولڈ وہ دھاتیں ہیں جو اینوڈ میں موجود ہوتی ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ یہ کاپر کے مقابلے کم تعامل پذیر ہیں۔

6.9 سیلکا، میٹ (Matte) میں باقی ماندہ Fe_2O_3 کو سلیکیٹ $FeSiO_3$ کی شکل میں علیحدہ کر دیتی ہے۔

6.15 پگ آئرن کو بے کار لوہے (Scrapiron) اور کوک کے ساتھ پگھلا کر ڈھلواں لوہا بنایا جاتا ہے۔ اس میں پگ آئرن (4%C) کے مقابلے کاربن کی مقدار تھوڑا کم ہوتی ہے۔ (3%)

6.17 Fe_2O_3 جیسی بنیادی ملاوٹوں کو علیحدہ کرنے کے لیے۔

6.18 آمیزہ کا نقطۂ گداخت کم کرنے کے لیے۔

6.20 اگر اس گیس میں CO کو بطور تکسیدی ایجنٹ استعمال کیا جاتا ہے تو تکسید کے لیے بہت زیادہ درجہ حرارت کی ضرورت ہوگی۔

6.21 جی ہاں

$$2Al + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Al_2O_3 \quad \Delta_rG^\ominus = -827\ kJ\ mol^{-1}$$

$$2Al + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Al_2O_3 \quad \Delta_rG^\ominus = -827\ kJ\ mol^{-1}$$

اس طرح

$$Cr_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Cr \quad -827-(-540) = -287\ kJ\ mol^{-1}$$

6.22 کاربن بہتر تحویلی ایجنٹ ہے۔

6.25 الیکٹرولسس کے دوران گریفائٹ کی چھڑ اینوڈ کا کام کرتی ہے اور CO نیز CO_2 کی شکل میں جل کر ختم ہو جاتی ہے۔

6.28 1600K کے اوپر MgO کی تحویل Al کے ذریعہ کی جا سکتی ہے۔

یونٹ 7

7.10 نائٹروجن کے ذریعہ اپنی کوویلنسی میں 4 سے زیادہ کی توسیع نہ کر پانا۔

7.20 فری آنس (Freons)

7.22 یہ بارش کے پانی میں گھل جاتا ہے اور تیزابی بارش پیدا کرتا ہے۔

7.23 الیکٹرانوں کی حاصل کرنے کے بہت زیادہ رجحان کی وجہ سے ہیلوجن مضبوط تکسیدی ایجنٹ کے طور پر کام کرتے ہیں۔

7.24 بہت زیادہ برقی منفیت اور کم چھوٹا سائز ہونے کی وجہ سے یہ اعلیٰ آکسوایسڈوں میں مرکزی ایٹم کی حیثیت نہیں رکھتا ہے۔

7.25 آکسیجن کا سائز کلورین سے چھوٹا ہے۔ چھوٹا سائز ہائڈروجن بندش کے موافق ہے۔

7.30 O_2PtF_6 کی تالیف نے برٹ لیٹ کو $XePtF_6$ تیار کرنے کی ترغیب دی کیونکہ Xe اور آکسیجن کی آیونائزیشن انتھالپی تقریباً یکساں ہوتی ہیں۔

7.31 (i) +3 (ii) +3 (iii) -3 (iv) +5 (v) +5

7.34 ClF، جی ہاں

7.36 (i) $I_2 < F_2 < Br_2 < Cl_2$

(ii) $HF < HCl < HBr < HI$

(iii) $BiH_3 \leq SbH_3 < AsH_3 < PH_3 < NH_3$

7.37 (ii) NeF_2

7.38 (i) XeF_4

(ii) XeF_2

(iii) XeO_3

یونٹ 8

8.2 اس کی وجہ یہ ہے کہ Mn^{2+} کا تشکل $3d^5$ ہے جو زیادہ مستحکم ہے۔

8.5 مستحکم تکسیدی حالتیں۔

$3d^3$ (Vanadium): (+2), +3, +4, and +5

$3d^5$ (Chromium): +3, +4, +6

$3d^5$ (Manganese): +2, +4, +6, +7

$3d^8$ گراؤنڈ اسٹیٹ میں کوئی d^4 تشکل نہیں ہے۔

8.6 Vanadate VO^-_3, chromate CrO^{2-}_4, permanganate MnO^-_4

8.10 3+ لیتھنائڈ کی عام تکسیدی حالت ہے۔ 3+ تکسیدی حالت کے علاوہ کچھ لیتھنائڈ 2+ اور 4+ تکسیدی حالت بھی ظاہر کرتے ہیں۔

8.13 عبوری عناصر میں تکسیدی حالت 1+ سے لے کر ایک کے اضافہ کے ساتھ کسی بھی اونچی تکسیدی حالت تک تبدیل ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر مینگنیز کے لیے یہ 2+، 3+، 4+، 5+، 6+، 7+، تک تبدیل ہوتی ہے غیر عبوری عناصر میں تنوع انتخابی ہے اس میں ہمیشہ 2 کا فرق ہوتا ہے یعنی 2+، 4+ یا 3+، 5+ یا 4+، 6+ وغیرہ۔

8.18 Sc^{3+} کے علاوہ باقی تمام آبی محلولں میں رنگین ہوں گے کیونکہ 3d اربٹل نامکمل طور پر بھرے ہوئے ہیں جس کی وجہ سے d-d ٹرانزیشن پیدا ہوتی ہے۔

8.21 (i) Cr^{2+} کی تحویل ہورہی ہے کیونکہ اس میں d_4 سے d_3 کی تبدیلی ملوث ہے۔

(ii) Mn (iii) to Mn ($t_2{}^3g$)، $3d^4$ سے $3d^5$ کی تبدیلی ہے، دوبارہ سے $3d^5$ اضافی مستحکم تشکل ہے۔

(ii) CFSE کی وجہ سے، جو کہ 3rd IE کی تلافی سے زیادہ ہے۔

(iii) ہائڈریشن یا لیٹس توانائی، d^1 سے الیکٹران کو علیحدہ کرنے سے متعلق آیونائزیشن اینتھالپی کی تلافی سے زیادہ ہے۔

8.23 کاپر، کیونکہ H تکسیدی حالت کے ساتھ اضافی مستحکم تشکل $3d^{10}$۔

8.24 بغیر جوڑے کے الیکٹران Mn^{3+}=3، Cr^{3+}=3، V^{3+}=2، Ti^{3+}=1، Cr^{3+} زیادہ مستحکم ہے۔

8.28 دوسرا حصہ 59، 95، 102،

8.30 لارنشیم 103، 3+

8.36 $Ti^{2+} = 2$, $V^{2+} = 3$, $Cr^{3+} = 3$, $Mn^{2+} = 5$, $Fe^{2+} = 6$, $Fe^{3+} = 5$, $CO^{2+} = 7$, $Ni^{2+} = 8$, $Cu^{2+} = 9$

8.38 $M\sqrt{n(n+2)} = 2.2$, $n \approx 1$, d^2sp^3, CN^- strong ligand

= 5.3, n ≈ 4, sp^3, d^2, H2O weak ligand

= 5.9, n ≈ 5, sp^3, Cl^- weak ligand.

یونٹ 9

9.5 (i) + 3 (ii) +3 (iii) +2 (iv) +3 (v) +3

9.6 (i) $[Zn(OH)_4]^{2-}$ (ii) $K_2[PdCl_4]$ (iii) $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ (iv) $K_2[Ni(CN)_4]$

(v) $[Co(NH_3)_5(ONO)]^{2+}$ (vi) $[Co(NH_3)_6]_2(SO_4)_3$ (vii) $K_3[Cr(C_2O_4)_3]$ (viii) $[Pt(NH_3)_6]^{4+}$

(ix) $[CuBr_4]^{2-}$ (x) $[Co(NH_3)_5(NO_2)]^{2+}$

9.9 (i) $[Cr(C_2O_4)_3]_3$" - Nil

(ii) $[Co(NH_3)_3Cl_3]$ ‾ Two (*fac*- and *mer*-)

9.12 تین (دو *cis* اور ایک *trans*)

9.13 آبی $CuSO_4$ محلول $[Cu(H_2O)4SO_4$ کی شکل میں پایا جاتا ہے جو کہ $[Cu(H_2O)]^{2+}$ آینوں کی وجہ سے نیلے رنگ کا ہوتا ہے۔

(i) جب KF کی آمیزش کی جاتی ہے تو کمزور H_2O لیگانڈ F^- لیگانڈ کے ذریعہ ہٹا دیے جاتے ہیں $[CuF_4]^{2-}$ آین بنتے ہیں جو کہ ہرا رسوب ہے۔ $[Cu(H_2O)_4]^{2+} + 4F^- \rightarrow [CuF_4]^{2-} + 4H_2O$

(ii) جب KCl کی آمیزش کی جاتی ہے تو Cl^- لیگانڈ کمزور H_2O لیگانڈ کے ذریعہ ہٹا دیے جاتے ہیں اور $[CuCl_4]$ آین بنتے ہیں جو کہ چمکدار سبز رنگ کے ہوتے ہیں۔

$$[Cu(H_2O)_4]^{2+} + 4Cl^- \rightarrow [CuCl_4]^{2-} + 4H_2O$$

9.14 $[Cu(H_2O)_4]^{2+} + 4\ CN^- \rightarrow [Cu(CN)_4]^{2-} + 4H_2O$

کیونکہ CN^- ایک قوی لیگانڈ ہے، یہ Cu^{2+} آین کے ساتھ مستحکم کمپلیکس بناتا ہے۔ H_2S گزارنے پر CuS کا رسوب بنانے کے لیے آزاد Cu^{2+} آین دستیاب نہیں رہتے۔

9.23 (i) OS = +3, CN = 6, d-orbital occupation is $t_{2g}6\ e_g^0$,

(ii) OS = +3, CN = 6, d^3 (t_{2g}^3),

(iii) OS = +2, CN = 4, d^3 ($t_{2g}5\ 2_g^2$),

(iv) OS = +2, CN = 6, d^3 ($t_{2g}3\ e_g^2$).

9.28 (iii)

9.29 (ii)

9.30 (iii)

9.31 (iii)

9.32 (i) اسپیکٹرو کیمیکل سیریز میں لیگانڈ کی ترتیب مندرجہ ذیل ہے۔

$$H_2O < NH_3 < NO_2^-$$

لہٰذا مشاہدہ کی جانے والی روشنی کے طول لہر کی ترتیب اس طرح ہوگی۔

$$[Ni(H_2O)_6]^{2+} < [Ni(NH_3)_6]^{2+} < [Ni(NO_2)_6]^{4-}$$

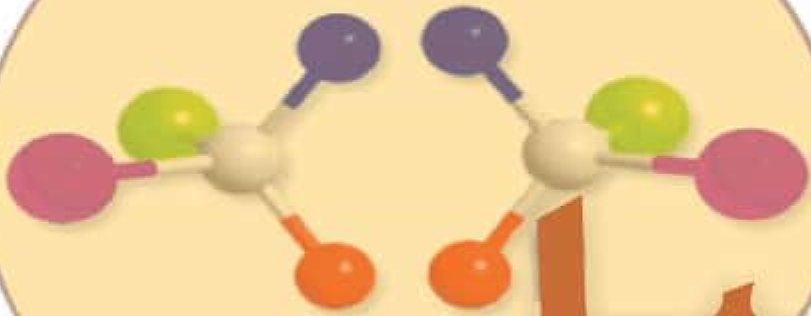
اس طرح جذب ہونے والی طول لہر (E=hc/λ) متضاد ترتیب میں ہوگی۔

فرہنگ

Absorption	انجذاب
Activated complex	عامل بنایا ہوا پیچیدہ
Activators	عمل کنندہ/عمل کار
Activation energy	عامل بنانے والی قوت
Adsorption	جیذب
Adsorption isotherm	اسوتھرم جیذب
Allotropic forms	بہروپی شکل
Amorphous solids	نقلمی ٹھوس
Anisotropic	ناہم سموت/ناہم اطراف
Anomalous behaviour of oxygen	آکسیجن کا بے ربط برتاؤ
Antiferromagnetism	دافع فیرو میگنیشیم
Aqua regia	ماء الملوک
Atomic radius	جوہری نصف قطر
Average rate	اوسط معیار
Azeotropeic	ہم کشید
Battery	بیٹری/برقی مورچہ
Binary solutions	ثنائی حل
Biochemical catalysis	حیاتی کیمیائی عمل
Black phosphorus	سیاہ فاسفورس
Blast furnace	کل کی بھٹی/کلدار بھٹی
Blister copper	آبلہ دار تانبا/چھپایا دار تانبا
Body-centred unit	بدن کی مرکزی اکائی
Bonding in metal carbonyls	کاربونائل کی دھات میں بندش
Brownian movement	براونی حرکت
Calcination	کلسانہ/تکلیس
Cast iron	ڈھلا لوہا
Catalyst	وسیط/عمل انگیز
Cell potential	پوٹینشیل خانہ
Chelate	چنگالی
Chemical kinetics	کیمیائی تحرکات
Chemisorption	کیمیائی انجذاب
Chromatographic methods	لون نگاری کا طریقہ
Cis-isomer	ہم رو۔ہم ترکیب
Classification of colloid	لسونت کی درجہ بندی
Colligative properties	ارتباطی خصوصیات
Collision frequency	تعدد کا تصادم
Collision theory of chemical reactions	کیمیائی ردِعمل کے تصادم کا نظریہ
chromatography	لون نگاری
Concentration of ores	کچھ دھاتوں کا مرتکز ہونا
Concentration of solutions	محلولوں کا مرتکز ہونا
Conductivity	موصلیت
Conductor	موصل
Coordination compound	ہم ربط مرکب
Coordination entity	ہم ربط وجود
Coordination isomerism	ہم ترکیبیت کا ہم ربط
Coordination number	ہم ربط عدد
Coordination polyhedron	کثیر سطحی ہم ربط
Coordination theory	ہم ربط نظریہ
Corrosion	تاکل/کھا جانا/گلانا
Cryoscopic constant	انجمار پیمائی کا مستقلہ
Crystal defects	قلمی نقص

Froth	کف/جھاگ	Crystal field splitting	قلمی میدان کا ٹوٹنا
Fractional distillation	کسری کشید	Crystal field theory	قلمی میدان کا نظریہ
Fuel	ایندھن	Crystal lattice	قلمی جالی
Gel	جل/سریلش	Crystalline solid	قلمی ٹھوس
Giant molecule	عظیم سالمہ	Dalton's law	ڈالٹن کا قانون/کلیہ
Half-life	نصف دورزندگی	Dependence on rate	ارتکاز کی شرح پر
Halogen	ہیلوجن/لوجن	of concentration	انحصار کرنا
Henry's law	ہنری کا قانون	Depressants	پستی کی طرف/گرنا
Hetero-geneous	غیر متجانس	Dialyser	رقیپاش
Homogeneous	متجانس	Dialysis	رقیپاشیدگی
Hybrid	مخلوط نسل	Dispersed phase	منتشر ہیئت
Hydrate	آبیدہ (ابیدہ مرکب)	Dissociation	افتراق
Hydration	آبیدگی	Distillation	کشید
Ideal solution	کامل محلول/مثالی محلول	Ebullioscopic	جوش نمائی
Impurity	ملاوٹ	Electro dialysis	برقی رقیپاشیدگی
Inter molecular	بین سالمی	Electrochemical cells	برقی کیمیائی خانے
Isomerism	ہم ترکیبیت	Electrochemistry	برقی کیمیا
Kinetic energy	تحرکی توانائی/توانائی بالفعل	Electro potential	برقی قوہ
Linkage	رابطہ/بندش	Electrolyte	برقپاشی کرنا
Magnetic	مقناطیسی	Electrolytic cell	برق رقپاشیدی خانہ
Metal	دھات	Electrolytic refining	برق پاشیدی صفائی
Metallurgy	فلزکاری	Electromotive force	برق محرک زور
Micelle	مسلہ	Electronegative	برقی منفی
Mineral	معدنی	Electro osmosis	برقی دبوچ
Molal	گرام سالمی/مولال	Element	عنصر
Molality	گرام سالمی طاقت/مولالیت	Empirical formula	تجربی ضابطہ
Molar	گرام سالمی/مولر	Emulsion	شیرہ
Molarity	مولاریت	Enzymes	خامرہ
Mole	مول/گرام سالمہ	Equilibrium constant	توازن کا مستقل
Molecular orbital theory	نظریۂ سالمی مدارچہ	Face centred unit	رخ مرکزی اکائی
Monoclinic sulphur	یک مائل گندھک	Faraday's law	فیریڈے کا قانون

Noble gases	اعلی گیس
Non-ideal solution	غیرمثالی محلول
Non-polar moleculare	غیرقطبی سالمہ
Octahedral	ہشت پہلو
Optical isomerism	مناظری ہم ترکیبی
Order of a reaction	درجۂ تعامل
Ore	کچ دھات
Osmotic pressure	ولوجی دباؤ
Oxidation	تکسید
Ozone	اوزون
Para magnetism	پیرامیگنیٹیزم
Pig iron	خام لوہا
Polar molecule	قطبی سالمہ
Reaction	متعامل
Secondary battery	ثانوی برقی مورچہ
Semi conductor	نیم موصل/کم چالک
Semipermeable membrance	نیم سرایت پذیر جھلی
Smoke	دھواں
Solid state	ٹھوس حالت
Sol	لسم
Solubility	شرح حل پذیری
Solvate	محلیدہ بنانا
Stereo isomers	جراثیم کشی/اتلاف جراثیم
Stoichiometry	تناسب پیمائی
Structure	ہیئت
Super cooled liquid	پرسرد محلول
Surface chemistry	سطوحی کیمیا
Temperature	تپش (درجۂ حرارت)
Tetrahedral	چوسطحی
Thermo-dynamic	حرحرکیاتی
Transition metals	عبوری دھاتیں
Tyndall cone	ٹنڈل مخروط
Ultrafiltration	بالاتقطیر
Valence	گرفت
Vapour	بخارات
Vapour pressure	بخاری دباؤ
Voltaic cell	وولٹائی خانہ



کیمیا

حصہ دوم

بارھویں جماعت کے لیے درسی کتاب

جامعہ ملیہ اسلامیہ

نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ

Keemiya Part-II (Chemistry Part-II)
Text book for Class XII

ISBN 81-7450-790-6

پہلا اردو ایڈیشن

جنوری 2008 ماگھ 1929

دیگر طباعت

نومبر 2013 اگہن 1935
جون 2019 جیشٹھ 1941

PD 1H SPA

قیمت : ₹ 130.00

این سی ای آر ٹی کے پبلی کیشن ڈویژن کے دفاتر

این سی ای آر ٹی کیمپس
شری اروندو مارگ
نئی دہلی - 110016 فون 011-26562708

108,100 فٹ روڈ ہوسڈے کیرے ہیلی
ایکسٹینشن بناشنکری III اسٹیج
بنگلورو - 560085 فون 080-26725740

نوجیون ٹرسٹ بھون
ڈاک گھر، نوجیون
احمد آباد - 380014 فون 079-27541446

سی ڈبلیو سی کیمپس
بمقابل دھانکل بس اسٹاپ، پانی ہاٹی
کولکاتا - 700114 فون 033-25530454

سی ڈبلیو سی کامپلیکس
مالی گاؤں
گواہاٹی - 781021 فون 0361-2674869

اشاعتی ٹیم

ہیڈ، پبلی کیشن ڈویژن	:	محمد سراج انور
چیف ایڈیٹر	:	شویتا اُپّل
چیف پروڈکشن آفیسر	:	ارون چتکارا
چیف بزنس منیجر	:	بپاش کمار داس
ایڈیٹر	:	سید پرویز احمد
پروڈکشن آفیسر	:	عبدالنعیم

این سی ای آر ٹی واٹر مارک 80 جی ایس ایم کاغذ پر شائع شدہ

سکریٹری، نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ، اینڈ ٹریننگ، شری اروند مارگ، نئی دہلی نے

میں

چھپوا کر پبلی کیشن ڈویژن سے شائع کیا۔

پیش لفظ

قومی درسیات کا خاکہ—2005 'میں سفارش کی گئی ہے کہ بچّوں کی اسکول کی زندگی، ان کی باہر کی زندگی سے ہم آہنگ ہونی چاہیے۔ یہ زاویۂ نظر، کتابی علم کی اس روایت کی نفی کرتا ہے جس کے باعث آج تک ہمارے نظام میں گھر اور سماج کے درمیان فاصلے حائل ہیں۔ نئے قومی درسیات کے خاکے پر مبنی نصاب اور درسی کتابیں اسی بنیادی خیال پر عمل آوری کی ایک کوشش ہے۔ اس کوشش میں مختلف مضامین کو ایک دوسرے سے الگ رکھنے اور رٹ کر پڑھنے کے طریقۂ کار کی حوصلہ شکنی بھی شامل ہے۔ ہمیں امید ہے کہ ان اقدامات سے قومی تعلیمی پالیسی 1986 میں مذکور 'تعلیم کے طفل مرکوز نظام' کی طرف مزید پیش رفت ہوگی۔

اس کوشش کی کامیابی کا انحصار اس پر ہے کہ اسکولوں کے پرنسپل اور اساتذہ بچّوں میں اپنے تاثرات خود ظاہر کرنے اور ذہنی سرگرمیوں اور سوالوں کے ذریعے سیکھنے کی ہمّت افزائی کریں۔ ہمیں یہ ضرور تسلیم کرنا چاہیے کہ بچوں کو اگر موقع، وقت اور آزادی دی جائے تو وہ بڑوں سے حاصل شدہ معلومات سے وابستہ ہوکر نئی معلومات مرتب کرتے ہیں۔ آموزش کے دوسرے ذرائع اور محل وقوع کو نظر انداز کرنے کے بنیادی اسباب میں سے ایک اہم سبب مجوّزہ درسی کتاب کو امتحان کے لیے واحد ذریعہ بنانا ہے۔ بچّوں کے اندر تخلیقی صلاحیت اور پیش قدمی کے رجحان کو فروغ دینا اسی وقت ممکن ہے جب ہم آموزشی عمل میں بچوں کو بحیثیت شریک کار قبول کریں اور اُن سے اسی طرح پیش آئیں۔ انھیں محض مقررہ معلومات کا پابند نہ سمجھیں۔

یہ مقاصد اسکول کے معمولات اور طریقۂ کار میں معقول تبدیلی کا مطالبہ کرتے ہیں۔ روزمرہ نظام الاوقات (Time-Table) میں لچیلا پن اُسی قدر ضروری ہے جتنی کہ سالانہ کیلنڈر کے نفاذ میں سخت محنت کی تاکہ مطلوبہ ایام کو حقیقتاً تدریس کے لیے وقف کیا جاسکے۔ تدریس اور اندازۂ قدر کے طریقوں سے بھی اس امر کا تعین ہوگا کہ یہ درسی کتاب بچوں میں ذہنی تناؤ اور اکتاہٹ کا ذریعہ بننے کے بجائے ان کی اسکولی زندگی کو خوش گوار بنانے میں کس حد تک مؤثر ثابت ہوتی ہے۔ نصابی بوجھ کے مسئلے کو حل کرنے کے لیے نصاب سازوں نے مختلف سطحوں پر معلومات کی تشکیل نو اور اسے نیا رخ دینے کی غرض سے بچوں کی نفسیات اور تدریس کے لیے دستیاب وقت پر زیادہ سنجیدگی کے ساتھ توجہ دی ہے۔ اس مخلصانہ کوشش کو مزید بہتر بنانے کے لیے یہ درسی کتاب سوچنے اور محسوس کرنے کی تربیت، چھوٹے گروپوں میں بحث ومباحثہ کرنے اور عملاً انجام دی جانے والی سرگرمیوں کو زیادہ اوّلیت دیتی ہے۔

این سی ای آر ٹی اس کتاب کے لیے تشکیل دی جانے والی ''کمیٹی برائے درسی کتاب'' کی مخلصانہ کوششوں کو شکر گزار ہے۔ کونسل سائنس اور ریاضی کی مشاورتی کمیٹی کے چیئرپرسن پروفیسر جے۔وی۔ نارلیکر اور اس کتاب کے خصوصی صلاح کار بی۔ ایل۔ کھنڈیلوال کی ممنون ہے۔ اس درسی کتاب کی تیاری میں جن اساتذہ نے حصّہ لیا، ہم ان کے متعلقہ اداروں کے بھی شکر گزار ہیں۔ ہم ان سب ہی اداروں اور تنظیموں کا بھی شکریہ ادا کرتے ہیں جنھوں نے اپنے وسائل، مآخذ اور عملے کی فراہمی میں فراخ دلی کا ثبوت دیا۔ ہم وزارت برائے فروغ انسانی وسائل کے شعبے برائے ثانوی اور اعلیٰ ثانوی تعلیم کی جانب سے پروفیسر مرنال مری

اور پروفیسر جی۔پی۔دیش پانڈے کی سربراہی میں تشکیل شدہ نگراں کمیٹی (مانیٹرنگ کمیٹی) کے اراکین کا بھی خصوصی شکریہ ادا کرتے ہیں جنھوں نے اپنا قیمتی وقت اور تعاون ہمیں دیا۔

ہم اس نصابی کتاب کے اردو ترجمے کی ذمے داری بخوبی انجام دینے کے لیے جامعہ ملیہ اسلامیہ نئی دہلی کے شکرگزار ہیں، خاص طور پر جامعہ ملیہ اسلامیہ کے وائس چانسلر پروفیسر مشیرالحسن اور محترمہ رخشندہ جلیل کے ممنون اور شکرگزار ہیں جنھوں نے مرکز برائے جواہر لعل نہرو اسٹڈیز، جامعہ ملیہ اسلامیہ کے آؤٹ ریچ پروگرام کے ذریعے اس عمل میں رابطہ کار کے فرائض بخوبی انجام دیئے۔کونسل اس کتاب کے اردو ترجمے کے لیے محترم شباہت حسین کی شکرگزار ہے۔باضابطہ اصلاح اور اپنی اشاعت کے معیار کو مسلسل بہتر بنانے کے مقصد کی پابند ایک تنظیم کے طور پر این سی ای آر ٹی تمام مشوروں اور آرا کا خیر مقدم کرتی ہے تاکہ کتاب کو مزید غور وفکر کے بعد اور زیادہ کارآمد اور بامعنی بنایا جاسکے۔

نئی دہلی	ڈائریکٹر
20 نومبر 2006	نیشنل کونسل آف ایجوکیشنل ریسرچ اینڈ ٹریننگ

دیباچہ

علم کیمیا نے ہمارے سماج پر بڑا گہرا اثر ڈالا ہے۔ اس کا بنی نوع انسان کی بہبود سے بڑا قریبی رشتہ ہے۔ اس شعبۂ علم میں جو ترقیات ہوئی ہیں ان کی شرح اتنی زیادہ ہے، چنانچہ اس کے نصاب کے مرتبین مسلسل ایسی کاوشوں میں مصروف رہتے ہیں جن سے ان ترقیات اور نصاب کے درمیان ہم آہنگی پیدا ہو سکے۔ اس کے علاوہ ان مرتبین نصاب کا ایک ہدف یہ بھی ہوتا ہے کہ طلبا اس نصاب کے ذریعے مستقبل میں پیشوائی کی ذمہ داریاں قبول کر سکیں اور اس علم کے فروغ میں اساسی تعاون دے سکیں۔ موجودہ درسی کتاب اسی سمت میں ایک مخلصانہ کوشش ہے۔

اس درسی کتاب کا ڈھانچہ دو حصوں اور سولہ اکائیوں پر مشتمل ہے۔ مختلف اکائیوں کے عنوانات (طبیعی، نامیاتی اور غیر نامیاتی کیمسٹری) ایک دوسرے کے تتمہ کی حیثیت رکھتے ہیں اور آپ محسوس کریں گے کہ یہ بڑی حد تک ایک دوسرے سے وابستہ اور باہم مربوط ہیں۔ مقصد یہی ہے کہ اس مضمون کی تقسیم کے لیے ایک مربوط روش اپنائی جا سکے۔ پہلی نو اکائیاں جو طبیعی اور غیر نامیاتی کیمیا کا حصہ ہیں اور جو درسی کتاب کیمیا (حصہ اوّل) میں شامل کی جا چکی ہیں۔ بعد کی سات اکائیاں نامیاتی کیمیا کا حصہ ہیں اور مجوزہ درسی کتاب کے حصہ دوم میں شامل ہیں۔ درسی مشمولات کو پیش کرتے وقت ایسی روش اختیار کی گئی ہے جس سے طلبا میں رٹنے کی حوصلہ افزائی نہ ہو۔ مشمولات و مضامین کیمیا کے اصول و قوانین کی اساس پر ہی مرتب کیے گئے ہیں۔ طلبا ان اصول و قوانین پر دسترس حاصل کر کے اس نقطہ پر پہنچ سکتے ہیں جہاں سے وہ خود یہ بتا سکیں گے کہ اب کیا آنے والا ہے۔

اس امر کی کوشش کی گئی ہے کہ تاریخی ارتقا اور اس مضمون کی ہماری زندگی کی اہمیت کے حوالے سے اس کو دلچسپ اور طلبا میں ذوق وشوق پیدا کرنے والا بنایا جائے۔ آس پاس کے ماحول سے مثالیں دے کر متن کی توضیح وتشریح کی گئی ہے تاکہ تصورات کے پہلوؤں کی تفہیم وادراک کو آسان بنایا جا سکے۔ تمام کتاب میں S1 اکائیوں میں طبعی اعداد وشمار دیے گئے ہیں تاکہ مختلف خاصیتوں کا موازنہ آسان ہوجائے۔ عام سسٹم کے ساتھ ساتھ ناموں میں IUPAC سسٹم بھی استعمال کیا گیا ہے۔ کیمیکل مرکبات کے ساختی فارمولے بھی جو مختلف رنگوں میں فنکشنل کو آرڈی نیٹنگ گروپوں میں دکھاتے ہیں، جوالیکٹرانک سسٹم کے استعمال کے ذریعے پیش کیے گئے ہیں۔ ہر اکائی میں مثالوں کی تعداد اچھی خاصی ہے جن سے مضمون کی وضاحت میں بہت مدد ملتی ہے۔ متن پر مبنی سوالات کے جوابات بھی دیے گئے ہیں۔ اکائی کے آخر میں ان میں سے کچھ سوالات کے جوابات بھی شامل کیے گئے ہیں۔ اکائی کے آخر میں دی گئی مشقیں اس طرح ترتیب دی گئی ہیں کہ ہم اصولوں کا اطلاق بھی ہوجائے اور مسائل کو حل کرنے کے عمل میں غور وفکر کی عادت بھی پیدا ہوجائے۔ کچھ مشقوں کے جوابات کتاب کے آخر میں دیے گئے ہیں۔

مواد کے تنوع کے اعتبار سے دیکھیں تو باکسوں کے اندر گہری پیلی پٹیوں کے مدد سے موضوع سے متعلق اضافی معلومات بھی دی گئی ہے اس کے علاوہ کچھ سائنس دانوں کے سوانحی خاکے بھی دیے گئے ہیں۔ گہری پیلی پٹیوں والے باکسوں میں جو مواد پیش کیا گیا ہے اس سے موضوع کو مزید تقویت ملے گی البتہ یہ مواد غیر امتحانی ہوگا۔ زیادہ کامپلیکس مرکبات کی کچھ ساختیں جو اس کتاب میں شامل کی گئی ہیں وہ اس لیے ہیں تاکہ طلبا کیمسٹری کو بہتر طور پر سمجھ سکیں چونکہ ان کے دوبارہ بیان کرنے سے رٹنے کی عادت کو فروغ مل سکتا ہے اس لیے یہ حصہ بھی غیر امتحانی ہے۔

مطلق معلومات کا حصہ خاصا کم کر دیا گیا ہے اور جو حصہ ہے اس کو حقائق سے ثابت اور مدلل کیا گیا ہے۔ بہر حال طلبا کے

لیے ضروری ہے کہ وہ کمرشیل اہمیت کے حامل کیمیکلز سے، ان کے طریقۂ مینوفیکچرنگ سے اور ان کے خام مال کے ذرائع سے واقف ہو جائیں۔ اس قسم کے مرکبات کی ساخت اور ان کے عمل ورد عمل کو ذہن میں رکھتے ہوئے ان کے بیان کو دلچسپ بنانے کی کوشش کی گئی ہے۔ حرکیات (Thermodynamics) تحرکیات (Kinetics) اور الیکٹرو کیمیاوی پہلوؤں کا کیمیکل تعاملوں پر اطلاق کیا گیا ہے۔ اس سے طلبا کو یہ بات سمجھنے میں مدد ملے گی کہ ایک مخصوص تعامل کیوں واقع ہوتا ہے اور پروڈکٹ کی ایک مخصوص خاصیت کیوں ظہور پذیر ہوتی ہے۔

آج کل ماحولیات اور توانائی کے ان مسائل کے بارے میں بہت بیداری پائی جاتی ہے جن کا براہ راست علم کیمیا سے تعلق ہے۔ ایسے مسائل کو خاص طور پر اجاگر کیا گیا ہے اور اس کتاب میں مناسب مقامات پر ان کے بارے میں گفتگو کی گئی ہے۔

این سی ای آر ٹی نے ماہرین کی ایک ٹیم تشکیل دی تھی۔ اس ٹیم نے اس کتاب کا مسودہ تیار کیا ہے۔ مجھے اس ٹیم کے ان تمام ارکان کا شکریہ ادا کرتے ہوئے خوشی محسوس ہورہی ہے جنھوں نے مجھے اس سلسلے میں اپنا قیمتی تعاون دیا۔ اس کتاب کو موجودہ شکل دینے میں جن ایڈیٹرس نے جدوجہد کی ہے اور اپنا قیمتی تعاون دیا ہے، میں ان کا بھی شکر گزار ہوں۔ میں پروفیسر برھم پرکاش کا بھی بے انتہا شکر گزار ہوں جنھوں نے نہ صرف تمام پروگرام کی سرپرستی کی بلکہ اس کتاب کی تحریر و تدوین میں ایک اہم کردار ادا کیا۔ وہ تمام اساتذہ اور ماہرین موضوع بھی شکریے کے مستحق ہیں جنھوں نے ورکشاپوں میں اس کتاب پر نظر ثانی کی اور اپنا گراں قدر تعاون دیا۔ ان کے تعاون سے یہ کتاب طلبہ کے لیے سود مند اور مفید بنی۔ میں این سی ای آر ٹی کے تمام ٹیکنیکل اور ایڈمنسٹریٹو اسٹاف کا بھی تہہ دل سے شکر گزار ہوں جنھوں نے اس پورے عمل میں اپنے بھرپور تعاون سے دریغ نہیں کیا۔

اس درسی کتاب کی تیاری کے پروگرام کی پوری ٹیم امید کرتی ہے کہ یہ کتاب اپنے قارئین میں ذوق وشوق پیدا کرے گی۔ ان میں جوش و ولولہ بیدار کرے گی اور مضمون سے ان کی دلچسپی بڑھانے کا موجب ہوگی۔ اس بات کی خاص طور پر کوشش کی گئی ہے کہ یہ کتاب جب طبع ہو تو اس میں کوئی غلطی نہ رہے۔ پھر بھی یہ ممکن ہے کہ اس قسم کے پیچیدہ موضوع پر کتاب میں غلطیوں کا در آنا ناگزیر ہوتا ہے۔ ہمیں امید ہے کہ ایسی صورت میں ہمارے قاری نشان دہی کر کے ہماری رہنمائی کریں گے تا کہ اصلاح کے لیے ضروری قدم اٹھا سکیں۔

بی۔ ایل۔ کھنڈیلوال

خصوصی صلاح کار

کمیٹی برائے درسی کتاب

چیئر پرسن، مشاورتی کمیٹی برائے سائنس اور ریاضی کی درسی کتب

جے۔ وی۔ نارلیکر، پروفیسر ایمرٹس، چیئر پرسن، مشاورتی کمیٹی، انٹر یونیورسٹی سینٹر برائے ایسٹرونومی اینڈ ایسٹروفزکس (IUCCA)، گنیش کھنڈ، پونہ یونیورسٹی، پونے

خصوصی صلاح کار

بی۔ ایل۔ کھنڈیلوال، پروفیسر، ڈائریکٹر، دیشا انسٹی ٹیوٹ آف مینجمنٹ اینڈ ٹیکنالوجی، رائے پور، چھتیس گڑھ، سابق چیئر مین، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، نئی دہلی

اراکین

اے۔ ایس۔ برار، پروفیسر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، دہلی

اے۔ کیو۔ کانٹرکٹر، پروفیسر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، انڈین انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، پوائی، ممبئی

الکا مہروترا، ریڈر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

انجنی کول، لیکچرر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

برہم پرکاش، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

آئی پی اگروال، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، این سی ای آر ٹی، بھوپال

کے۔ کے۔ اروڑا، ریڈر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، ذاکر حسین کالج، دہلی یونیورسٹی، نئی دہلی

کے۔ این اپادھیائے، صدر (ریٹائرڈ)، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، رام جس کالج، دہلی یونیورسٹی، نئی دہلی

کویتا شرما، لیکچرر، ڈی ای ای، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

ایم۔ پی۔ مہاجن، پروفیسر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، گرونانک دیو یونیورسٹی، امرتسر

ایم۔ ایل اگروال، پرنسپل (ریٹائرڈ)، کیندریہ ودھیالیہ، جے پور

پورن چند، پروفیسر جوائنٹ ڈائریکٹر (ریٹائرڈ)، سی آئی ای ٹی، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

آر۔ اے۔ ورما، نائب پرنسپل، شہید نسبت کمار بسواس سرووڈے ودھیالیہ، سول لائنس، نئی دہلی

آر۔ کے۔ ورما، پروفیسر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، مگدھ یونیورسٹی، گیا

آر۔ کے۔ پراشر، لیکچرر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

آر۔ ایس۔ سندھو، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

ایس۔ کے۔ گپتا، اسکول آف اسٹڈیز ان کیمسٹری، جیواجی یونیورسٹی، گوالیار

ایس۔ کے۔ ڈوگرا، پروفیسر، ڈاکٹر بی آر امبیڈکر سینٹر فار بایومیڈیکل ریسرچ، دہلی یونیورسٹی، دہلی

سربجیت سچدیوا، پی جی ٹی (کیمسٹری)، سینٹ کولمبس اسکول، نئی دہلی

ایس۔ بدھوار، لیکچرر، دی ڈیلی کالج، اندور

وی۔ این۔ پاٹھک، پروفیسر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، جے پور یونیورسٹی، جے پور

وجے سارد ا، ریڈر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، ذاکرحسین کالج، دہلی یونیورسٹی، نئی دہلی

وی۔ کے۔ ورما، پروفیسر (ریٹائرڈ)، انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، بنارس ہندو یونیورسٹی، وارانسی

وی۔ پی۔ گپتا، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، این سی ای آر ٹی، بھوپال

ممبر کوآرڈی نیٹر

برہم پرکاش، پروفیسر، ڈی ای ایس ایم، این سی ای آر ٹی، نئی دہلی

اظہارِ تشکر

این سی ای آر ٹی ان تمام افراد اور اداروں کی سپاس گزار ہے اور ان کے گراں مایہ تعاون کو بہ نظر تحسین دیکھتی ہے جنھوں نے بارھویں کلاس کی اس درسی کتاب کی تیاری میں حصہ لیا ہے یا اس میں معاونت کی ہے۔ این سی ای آر ٹی ان تمام اساتذہ اور ماہرین مضمون (کیمسٹری) کی بھی بے حد ممنون و سپاس گزار ہے جنھوں نے ورکشاپوں میں شرکت فرمائی، مسودہ پر نظر ثانی کی اور مفید مشوروں سے نوازا۔ ان حضرات کے اسما گرامی اس طرح ہیں۔ ڈاکٹر ڈی ایس راوت، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، دہلی یونیورسٹی؛ واکٹر مہیندر ناتھ ریڈر، کیمسٹری ڈپارٹمنٹ، دہلی یونیورسٹی، دہلی؛ ڈاکٹر سلیکھ چندرا، ریڈر، ذاکر حسین کالج، نئی دہلی؛ محترمہ ایتا کے۔ (پی جی ٹی، کیمسٹری)، ودھیالیہ نمبر 3، پٹیالا کینٹ (پنجاب)؛ پروفیسر جی۔ ٹی۔ بھانڈگے، پروفیسر اور ہیڈ، ڈی۔ ای۔ ایس۔ ایم، ریجنل انسٹی ٹیوٹ آف ایجوکیشن، میسور؛ ڈاکٹر نیتی مشرا سینئر لیکچرر، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، آچاریہ نریندر دیو کالج، نئی دہلی؛ ڈاکٹر ایس۔ پی۔ ایس۔ مہتا، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، کماؤں یونیورسٹی، نینی تال، (اُترانچل)؛ ڈاکٹر این۔ وی۔ ایس۔ نائڈو، اسسٹنٹ پروفیسر ان کیمسٹری، ایس وی یو کالج آف میتھمیٹکس اینڈ فیزیکل سائنس، ایس۔ وی۔ یونیورسٹی، تیروپتی؛ ڈاکٹر اے سی۔ ہانڈا، ہندو کالج، دہلی یونیورسٹی، دہلی؛ ڈاکٹر اے۔ کے۔ وششٹھ، جی۔ بی۔ ایس۔ ایس۔ ایس۔ جعفر آباد، دہلی؛ ڈاکٹر چرنجیت کور، ہیڈ، ڈپارٹمنٹ آف کیمسٹری، سری ستیہ سائی کالج فار وومن، بھوپال؛ محترمہ الکا شرما، پی جی ٹی، (کیمسٹری)، ایس۔ ایل۔ ایس، ڈی اے وی پبلک اسکول، موسم وہار، دہلی؛ ڈاکٹر ایچ ایچ ترپاٹھی، ریڈر (ریٹائرڈ)، ریجنل انسٹیٹیوٹ آف ایجوکیشن، بھونیشور؛ شری سی بی سنگھ، پی جی ٹی (کیمسٹری)، کیندریہ ودھیالیہ نمبر 2 دہلی کینٹ، دہلی؛ ڈاکٹر سنیتا ہوڈا، آچاریہ نریندر دیو کالج، دہلی یونیورسٹی، نئی دہلی۔

کونسل ایڈیٹوریل کمیٹی کے ممبران پروفیسر بی۔ ایل۔ کھنڈیلوال، پروفیسر برہم پرکاش، ڈاکٹر کے۔ کے۔ اروڑا، ڈاکٹر وجے سارد اور پروفیسر آر۔ ایس۔ سندھو کی بھی ممنون ہے جنھوں نے مسودہ کی ایڈیٹنگ میں اور اس کو موجودہ شکل دینے میں انتھک محنت کی۔

فہرست
کیمیا (حصہ اوّل)

فہرست

اکائی 10

ہیلوالکینس اور ہیلوایرینس
(Haloalkanes and Haloarenes)

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- IUPAC نظام تسمیہ کے مطابق ہیلوالکینس اور ہیلو ایرینس کی ساختوں کی مدد سے ان کے نام بتا سکیں گے؛
- ہیلوالکینس اور ہیلوایرینس کی تیاری میں ملوث تعاملات کا بیان کر سکیں گے اور ان کے ذریعہ انجام دیے جانے والے مختلف تعاملات کو سمجھ سکیں گے؛
- ہیلوالکینس اور ہیلوایرینس کی ساختوں اور مختلف قسم کے تعاملات کے درمیان تعلق قائم کر سکیں گے؛
- تعامل میکانزم کی تفہیم کے لیے اسٹیریو کیمسٹری (Stereo Chemistry) کو بحیثیت ایک اوزار استعمال کر سکیں گے؛
- آرگینو میٹالک (Organo-metallic) مرکبات کے استعمال کی اہمیت کو سمجھ سکیں گے؛
- پالی ہیلوجن (Polyhalogen) مرکبات کے ماحولیاتی اثرات پر روشنی ڈال سکیں گے۔

بیکٹیریا کے ذریعہ ہونے والی تحلیل کے تئیں مزاحمت کی وجہ سے ہیلوجن شدہ مرکبات ماحول میں لمبے عرصہ تک قائم رہتے ہیں۔

ایلیفیٹک یا ایرومیٹک ہائڈروکاربن میں ہائڈروجن ایٹم/ایٹموں کو ہیلوجن ایٹم/ایٹموں سے بدلنے پر بالترتیب الکائل ہیلائڈ (ہیلوالکین) اور ایرائل ہیلائڈ (Haloarene) بنتے ہیں۔ ہیلوالکینس میں الکائل گروپ کے sp^3 مخلوط شدہ کاربن ایٹم سے ہیلوجن ایٹم منسلک ہوتا ہے جب کہ ہیلوایرینس میں ایرائل گروپ کے sp^2 مخلوط شدہ کاربن ایٹم سے ہیلوجن ایٹم منسلک ہوتا ہے۔ ہیلوجن پر مشتمل کئی مرکبات قدرتی ماحول میں پائے جاتے ہیں اور ان میں سے کچھ طبی اعتبار سے مفید ہیں۔ مرکبات کے ان گروپوں کا صنعت اور روزمرہ کی زندگی میں بڑے پیمانے پر استعمال ہوتا ہے۔ ان کا استعمال نسبتاً غیر قطبی مرکبات کے لیے محلل کے طور پر کیا جاتا ہے علاوہ ازیں ان کا استعمال متعدد نامیاتی مرکبات کی تالیف کے لیے ابتدائی مادوں کے طور پر کیا جاتا ہے۔ کلوریمفینکال (Chloramphenicol) کلورین پر مشتمل اینٹی بایوٹک ہے جو کہ مٹی میں پائے جانے والے خردعضویوں کے ذریعہ تیار کی جاتی ہے۔ اس کا استعمال ٹائفائڈ بخار کے علاج میں کیا جاتا ہے۔ ہمارے جسم میں پیدا ہونے والا تھائراکسن ہارمون (Thyroxine hormone) آیوڈین پر مشتمل ہوتا ہے، اس ہارمون کی کمی سے گائٹر (Goiter) کی بیماری ہو جاتی ہے۔ کلوروکوئین (Chloroquine) جیسے تالیفی ہیلوجن مرکبات (Fluorinated Compound) کا استعمال ملیریا کے علاج میں کیا جاتا ہے۔ ہیلوتھین (Halothane) کا استعمال سرجری کے دوران بیہوش کرنے میں کیا جاتا ہے۔ مکمل طور پر فلورینیٹڈ مرکبات سرجری کے دوران خون کے بدل کے طور پر استعمال کیے جانے کے لیے زیر غور ہیں۔

اس اکائی میں آپ آرگینو ہیلوجن مرکبات کو تیار کرنے کے اہم طریقوں نیز ان کی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات کا مطالعہ کریں گے۔

10.1 درجہ بندی (Classification)

ہیلوالکینس اور ہیلواریئینس کی درجہ بندی مندرجہ ذیل طریقہ سے کی جاسکتی ہے:

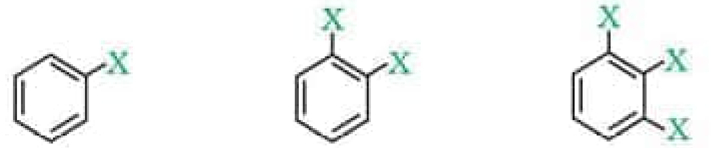
10.1.1 ہیلوجن ایٹموں کی تعداد کی بنیاد پر (On the Basis of Number of Halogen Atoms)

ان کی درجہ بندی مونو، ڈائی یا پالی ہیلوجن (ٹرائی، ٹیٹرا وغیرہ) مرکبات کے تحت کی جاسکتی ہے جس کی بنیاد اس بات پر ہے کہ آیا ان کی ساختوں میں ہیلوجن کا ایک ایٹم دو ایٹم یا زیادہ ایٹم موجود ہیں۔ مثال کے طور پر

C_2H_5X — مونوہیلوالکین

CH_2X-CH_2X — ڈائی ہیلوالکین

$CH_2X-CHX-CH_2X$ — ٹرائی ہیلوالکین



مونوہیلواریرین　　ڈائی ہیلواریرین　　ٹرائی ہیلواریرین

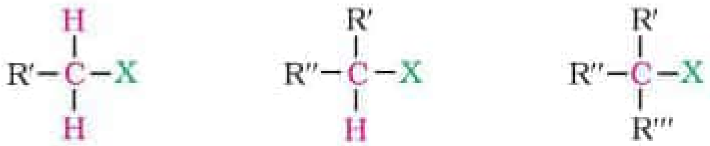
مونو ہیلو مرکبات کی مزید درجہ بندی اس کاربن ایٹم کی مخلوطیت (Hybridisation) کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے جس سے ہیلوجن منسلک ہے جیسا کہ ذیل میں زیر بحث ہے۔

10.1.2 sp^3 C — X بانڈ (X =F, Cl,Br,I) پر مشتمل مرکبات

اس کلاس کی مشمولات مندرجہ ذیل ہیں

(a) الکائل ہیلائڈ یا ہیلو الکینس (R—X)

الکائل ہیلائڈ میں ہیلوجن ایٹم الکائل گروپ (R) سے منسلک ہوتا ہے۔ یہ ایک ہم وصف سلسلہ تشکیل دیتے ہیں جسے $C_nH_{2n+1}X$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ان کی مزید درجہ بندی پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری ہیلائڈ (Tertiary Halide) کے تحت کی جاسکتی ہے جو کہ اس کاربن ایٹم کی نوعیت پر منی ہے جس سے ہیلوجن منسلک ہے۔ اگر کسی الکائل ہیلائڈ کے ابتدائی (پرائمری) کاربن ایٹم کے ساتھ ہیلوجن جڑا ہے تو الکائل ہیلائڈ ابتدائی الکائل ہیلائڈ یا 1° الکائل ہیلائڈ کہلائے گا۔ اسی طرح اگر ہیلوجن ثانوی یا ثالثی (Secondary or Tertiary) کاربن ایٹم سے جڑا ہے تو وہ ثانوی الکائل ہیلائڈ (یا 2°) اور ثالثی الکائل ہیلائڈ (یا 3°) کہلائے گا۔



پرائمری (1°)　　سیکنڈری (2°)　　ٹرشری (3°)

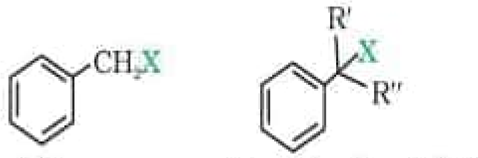
(b) ایلیلک ہیلائڈ (Allylic halides)

یہ ایسے مرکبات ہیں جن میں ہیلوجن ایٹم کاربن- کاربن ڈبل بانڈ (C = C) سے اگلے sp^3 مخلوط شدہ کاربن ایٹم یعنی ایلیلک کاربن سے منسلک ہوتا ہے۔



(c) بینزائلک ہیلائڈ (Benzylic halides)

یہ ایسے مرکبات ہیں جن میں ہیلوجن ایٹم ایروینک رنگ (Aromatic ring) سے اگلے sp^3 مخلوط شدہ کاربن ایٹم سے منسلک ہوتا ہے۔



(1°)　　$R' = CH_3, R'' = H$ (2°)

$R' = R'' = CH_3$ (3°)

10.1.3 sp^2 C—X بانڈ پر مشتمل مرکبات (Compounds Containing sp^2 C—X Bond)

اس کلاس کے تحت مندرجہ ذیل مرکبات آتے ہیں:

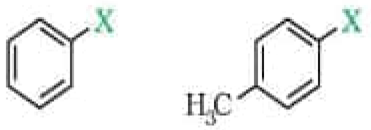
(a) وناائلک ہیلائڈ (Vinylic halides)

یہ ایسے مرکبات ہیں جن میں ہیلوجن ایٹم کاربن - کاربن ڈبل بانڈ (C = C) کے sp^2 مخلوط شدہ کاربن ایٹم سے منسلک ہوتا ہے۔



(b) ایرائل ہیلائڈ (Aryl halides)

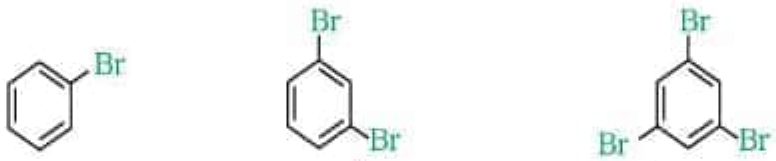
یہ ایسے مرکبات ہیں جن میں ہیلوجن ایٹم براہ راست ایروینک رنگ کے sp^2 مخلوط کاربن ایٹم سے منسلک ہوتا ہے۔



10.2 تسمیہ (Nomenclature)

ہیلوجن پر مشتمل مرکبات کی درجہ بندی کے مطالعہ کے بعد آیئے سیکھیں کہ ان کے نام کس طرح رکھے جاتے ہیں۔ الکائل ہیلائڈ کے عام نام الکائل گروپ کے نام کے بعد ہیلائڈ کا نام لگا کر اخذ کیا جاتا ہے۔ IUPAC نظام تسمیہ میں الکائل ہیلائڈوں کے نام ہیلو بدل ہائڈروکاربنوں کے طور پر رکھے جاتے ہیں۔ بینزین کے مونو ہیلوجن عوضی مشتق کے

	$CH_3CH_2CH_2Br$	$H_3C-CH(Cl)-CH_3$	$H_3C-CH(CH_3)-CH_2Cl$
عام نام:	n-پروپائل برومائڈ	آئسو پروپائل کلورائڈ	آئسو بیوٹائل کلورائڈ
IUPAC نام:	بروموپروپین	2- کلوروپروپین	1- کلورو-2-میتھائل پروپین



	Br-بینزین	m-/1,3-Br	1,3,5-Br
عام نام:	بروموبینزین	m- ڈائی بروموبینزین	sym-ٹرائی بروموبینزین
IUPAC نام:	بروموبینزین	1,3-ڈائی بروموبینزین	1،3،5-ٹرائی بروموبینزین

	$H_3C-C(CH_3)_2-CH_2-Cl$	$H_3C-CH(Br)-CH_3$
IUPAC نام:	1- کلورو-2،2-ڈائی میتھائل پروپین	2- بروموپروپین

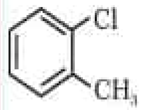
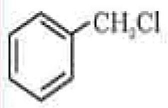
(Substituted clerivatives) عام اور IUPAC نام یکساں ہیں۔ڈائی ہیلوجن مشتقوں کے لیے عام نظام کے تحت o-، m-، p- سابقوں کا استعمال کیا جاتا ہے لیکن IUPAC نظام کے تحت جیسا کہ آپ XI جماعت کی اکائی 12 میں پڑھ چکے ہیں، 1,2، 1,3 اور 1,4 اعداد کا استعمال کیا جاتا ہے۔

ایک ہی قسم کے ہیلوجن پر مشتمل ڈائی ہیلوالکینس کے نام الکائلڈین (Alkylidene) یا الکائلین ڈائی ہیلائڈ (Alkylene dihalides) کے طور پر رکھے جاتے ہیں۔ یکساں ہیلوجن ایٹموں پر مشتمل ڈائی ہیلو مرکبات کی مزید درجہ بندی جیمنل (Geminal) ہیلائڈ یا جیم ہیلائڈ (ہیلوجن ایٹم سلسلے کے ایک ہی کاربن ایٹم پر موجود ہوتے ہیں) اور وسینل (Vicinal) ہیلائڈ (ہیلوجن ایٹم کسی بھی دو متصل کاربن ایٹموں پر موجود ہوتے ہیں) کے تحت کی جاسکتی ہے عام نظام تسمیہ کے تحت *gem* ڈائی ہیلائڈ کے نام الکائلیڈین ہیلائڈ کے طور پر اور *vic* ہیلائڈوں کے نام الکائلین ڈائی ہیلائڈ کے طور پر رکھے جاتے ہیں۔IUPAC نظام میں انہیں ڈائی ہیلوالکینس (dihaloalkanes) کہا جاتا ہے۔

	H_3C-CH_2 (Cl, Cl)	$H_3C-CHCl_2$
عام نام :	ایتھائلین ڈائی کلورائڈ (*vic*-ڈائی ہیلائڈ)	ایتھائلین کلورائڈ (gem-ڈائی ہیلائڈ)
IUPAC نام	1، 2-ڈائی کلورو ایتھین	1، 1-ڈائی کلورو ایتھین

کچھ ہیلومرکبات کی عام مثالیں جدول 10.1 میں دی گئی ہیں۔

جدول 10.1 کچھ ہیلائڈوں کے عام اور IUPAC نام

ساخت	عام نام	IUPAC نام
$CH_3CH_2CH(Cl)CH_3$	سیکنڈری بیوٹائل کلورائڈ	2- کلورو بیوٹین
$(CH_3)_3CCH_2Br$	نیوپینٹائل برومائڈ	1-برومو-2،2-ڈائی میتھائل پروپین
$(CH_3)_3CBr$	ٹرشری بیوٹائل برومائڈ	2-برومو-2- میتھائل پروپین
$CH_2=CHCl$	وائنائل کلورائڈ	کلورو ایتھین
$CH_2=CHCH_2Br$	ایلائل برومائڈ	3-برموپروپین
	*o*-کلروٹولوئین	1- کلورو-2- میتھائل بینزین
		2- کلوروٹولوئین
	بینزائل کلورائڈ	کلوروفنائل میتھین
CH_2Cl_2	میتھائلین کلورائڈ	ڈائی کلورومیتھین
$CHCl_3$	کلوروفارم	ٹرائی کلورومیتھین
$CHBr_3$	بروموفارم	ٹرائی برومومیتھین
CCl_4	کاربن ٹیٹرا کلورائڈ	ٹیٹرا کلورومیتھین
$CH_3CH_2CH_2F$	n-پروپائل فلورائڈ	1-فلوروپروپین

مثال 10.1

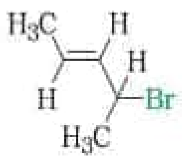
ان سبھی آٹھ ساختی آئسومر کی ساختیں بنائیے جن کا سالماتی فارمولہ $C_5H_{11}Br$ ہے۔ ہر ایک آئسومر کا نام IUPAC نظام کے تحت لکھیے اور ان کی درجہ بندی پرائمری سیکنڈری یا ٹرشری برومائڈ کے تحت کیجیے۔

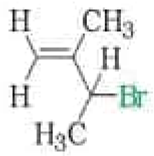
حل

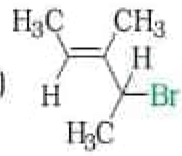
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Br$	1-Bromopentane (1°)
$CH_3CH_2CH_2CH(Br)CH_3$	2-Bromopentane(2°)
$CH_3CH_2CH(Br)CH_2CH_3$	3-Bromopentane (2°)
$(CH_3)_2CHCH_2CH_2Br$	1-Bromo-3-methylbutane (1°)
$(CH_3)_2CHCHBrCH_3$	2-Bromo-3-methylbutane(2°)
$(CH_3)_2CBrCH_2CH_3$	2-Bromo-2-methylbutane (3°)
$CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2Br$	1-Bromo-2-methylbutane(1°)
$(CH_3)_3CCH_2Br$	1-Bromo-2,2-dimethylpropane (1°)

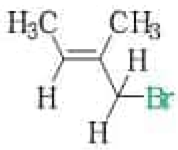
مثال 10.2

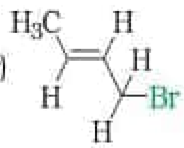
مندرجہ ذیل کے IUPAC نام لکھیے۔

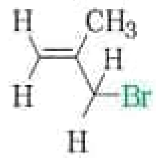
(i) 

(ii) 

(iii) 

(iv) 

(v) 

(vi) 

حل

(i) 4-Bromopent-2-ene (ii) 3-Bromo-2-methylbut-1-ene

(iii) 4-Bromo-3-methylpent-2-ene (iv) 1-Bromo-2-methylbut-2-ene

(v) 1-Bromobut-2-ene (vi) 3-Bromo-2-methylpropene

متن پر مبنی سوال

10.1 مندرجہ ذیل مرکبات کی ساختیں لکھیے۔

(i) 2-Chloro-3-methylpentane

(ii) 1-Chloro-4-ethylcyclohexane

(iii) 4-tert. Butyl-3-iodoheptane

(iv) 1,4-Dibromobut-2-ene

(v) 1-Bromo-4-sec. butyl-2-methylbenzene.

10.3 C-X بانڈ کی نوعیت (Nature of C-X Bond)

ہیلوجن ایٹم کاربن کے مقابلے بہت زیادہ برق منفی ہوتے ہیں اس لیے الکائل ہیلائڈ کا کاربن ہیلوجن بانڈ قطبی ہو جاتا ہے۔ جس کی وجہ سے کاربن ایٹم تیز جزوی مثبت چارج آ جاتا ہے جبکہ ہیلوجن پر جزوی منفی چارج آ جاتا ہے۔

$$-\overset{|}{\underset{/}{C}}^{\delta+}-X^{\delta-}$$

ہم دوری جدول میں جیسے جیسے نیچے کی طرف جاتے ہیں ہیلوجن ایٹموں کے سائز میں اضافہ ہوتا جاتا ہے اس طرح فلورین ایٹم سب سے چھوٹا ایٹم ہے اور آیوڈین سب سے بڑا ایٹم ہے۔ نتیجتاً C-F سے C-I کی طرف کاربن ہیلوجن بانڈ کی لمبائی میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔ کچھ بانڈ لمبائیاں، بانڈ اینتھالپی اور ڈائی پول مومنٹ جدول 10.2 میں دیے گئے ہیں۔

جدول 10.2 کاربن-ہیلوجن (C-X) بانڈ لمبائیاں، بانڈ اینتھالپی اور ڈائی پول مومنٹ

بانڈ	بانڈ کی لمبائی/pm	C-X بانڈ اینتھالپی/$kJmol^{-1}$	ڈائی پول مومنٹ/Debye
CH_3-F	139	452	1.847
CH_3-Cl	178	351	1.860
CH_3-Br	193	293	1.830
CH_3-I	214	234	1.636

10.4 ہیلوالکینس کے تیار کرنے کے طریقے (Methods of Preparation of Haloalkanes)

10.4.1 الکحل سے (From Alcohols)

الکائل ہیلائڈوں کو بہترین طریقے سے الکحل سے تیار کیا جاتا ہے۔ الکحل آسانی سے دستیاب ہو جاتے ہیں۔ مرتکز ہیلوجن ایسڈ، فاسفورس ہیلائڈ یا تھایونل کلورائڈ کے ساتھ تعامل میں الکحل کے ہائڈروکسل گروپ کو ہیلوجن سے بدل دیا جاتا ہے۔ تھایونل کلورائڈ کو اس لیے ترجیح دی جاتی ہے اس تعامل میں الکائل ہیلائڈ کے ساتھ SO_2 اور HCl گیسیں بھی بنتی ہیں۔ کیونکہ دیگر دو ماحصلات خارج ہو جانے والی گیسیں ہیں لہٰذا تعامل کے نتیجے میں خالص الکائل ہیلائڈ حاصل ہوتے ہیں۔ HCl کے ساتھ پرائمری اور سیکنڈری الکحل کے تعامل کے لیے $ZnCl_2$ وسیط کی موجودگی درکار ہوتی ہے۔ ٹرشری الکحل کے ساتھ تعامل کو کمرہ کے درجۂ حرارت پر مرتکز HCl کے ساتھ ہلا کر انجام دیا جاتا ہے۔ الکائل برومائڈ بنانے کے لیے (48%) HBr کے ساتھ مستقل طور پر ابالا جاتا ہے۔ الکحل کو 95% فاسفورک ایسڈ میں سوڈیم یا پوٹاشیم آیوڈائڈ کے ساتھ گرم کر کے R-I کی بہتر پیداوار حاصل کی جا سکتی ہے۔ دیے ہوئے ہیلوایسڈ کے

$$R\text{-}OH + HXCl \xrightarrow{ZnCl_2} R\text{-}Cl + H_2O$$

$$R\text{-}OH + NaBr + H_2SO_4 \longrightarrow R\text{-}Br + NaHSO_4 + H_2O$$

$$3R\text{-}OH + PX_3 \longrightarrow 3R\text{-}X + H_3PO_3 \quad (X = Cl, Br)$$

$$R\text{-}OH + PCl_5 \longrightarrow R\text{-}Cl + POCl_3 + HCl$$

$$R\text{-}OH \xrightarrow[X_2=Br_2, I_2]{red\ P/X_2} R\text{-}X$$

$$R\text{-}OH + SOCl_2 \longrightarrow R\text{-}Cl + SO_2 + HCl$$

ساتھ الکحل کی تعاملیت کی ترتیب $3° > 2° > 1°$ ہے۔ فاسفورس ٹرائی برومائڈ اور ٹرائی آیوڈائڈ عام طور سے سرخ فاسفورس کے بالترتیب برومین اور آیوڈین کے ساتھ تعامل کے ذریعہ *Insitu* (تعاملی آمیزہ میں پیدا ہوتے ہیں) پیدا ہوتے ہیں۔

الکائل کلورائڈ کو یا تو الکحل محلول سے خشک ہائڈروجن کلورائڈ گیس کو گزار کر بنایا جاتا ہے یا مرتکز آبی تیزاب میں الکحل کے محلول کو گرم کرکے بنایا جاتا ہے۔

مذکورہ بالا طریقہ ایرائل ہیلائڈ بنانے کے لیے موزوں نہیں ہے کیونکہ فینال میں کاربن آکسیجن بانڈ جزوی ڈبل بانڈ خصوصیت کا حامل ہوتا ہے اور واحد بانڈ کے مقابلے زیادہ مضبوط ہونے کی وجہ سے اسے توڑ پانا ذرا مشکل ہوتا ہے (اکائی 11، کلاس XI)۔

10.4.2 ہائڈروکاربن سے (From Hydrocarbons)

(I) آزاد ریڈیکل ہیلوجینیشن کے ذریعہ (By free radical halogenation)

الکینس (Alkanes) کے آزاد ریڈیکل کلورینیشن یا برومینیشن سے آئسومیرک مونو اور پالی ہیلوالکینس کا کمپلیکس آمیزہ حاصل ہوتا ہے جسے خالص مرکبات کے طور پر علاحدہ کر پانا مشکل ہوتا ہے نتیجتاً کسی ایک مرکب کی پیداوار کم ہوجاتی ہے (اکائی 13، کلاس XI)۔

$$CH_3CH_2CH_2CH_3 \xrightarrow[\text{or heat}]{Cl_2/\text{UV light}} CH_3CH_2CH_2CH_2Cl + CH_3CH_2CHClCH_3$$

(II) الکینس کے ذریعہ (From Alkenes)

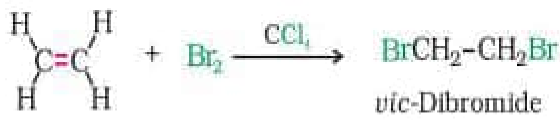
(i) ہائڈروجن ہیلائڈ کی جمع (Addition of hydrogen halides): ہائڈروجن برومائڈ یا ہائڈروجن آیوڈائڈ کے ساتھ تعامل کے ذریعہ نظیری الکائل ہیلائڈ میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔



پروپین (Propene) سے دو ماحصلات تیار ہوتے ہیں تاہم مارکونی کوف کے کلیہ (Markovnikov's rule) کے مطابق صرف ایک ہی غالب رہتا ہے (اکائی 13، کلاس XI)۔

$$CH_3CH = CH_2 + H\text{–}I \longrightarrow \underset{\text{اصغر}}{CH_3CH_2CH_2I} + \underset{\text{اکبر}}{CH_3CHICH_3}$$

(ii) ہیلوجن کی جمع (Addition of halogens): تجربہ گاہ میں، CCl_4 میں برومین کی الکین (Alkene) کے ساتھ جمع کے نتیجے میں برومین کے گاجری بھورے رنگ کا ڈسچارج، سالمہ میں دوہرے بانڈ کی موجودگی کی شناخت کے اہم طریقہ کی تشکیل کرتا ہے۔ جمع کے نتیجے میں *vic*-ڈائی برومائڈ کی تالیف ہوتی ہے جو کہ بے رنگ ہوتے ہیں (اکائی 13، کلاس XI)۔



مثال 10.3 $(CH_3)_2CHCH_2CH_3$ کے آزاد موٗنو کلورینیشن کے نتیجے میں بننے والے متوقع تمام ممکنہ موٗنو کلورو ساختی آئسومر کی شناخت کیجیے۔

حل دیے ہوئے سالمہ میں چار مختلف قسم کے ہائڈروجن ایٹم ہیں۔ ان ہائڈروجن ایٹوں کو بدلنے پر مندرجہ ذیل مرکبات حاصل ہوتے ہیں۔

$(CH_3)_2CHCH_2CH_2Cl$ $\quad$ $(CH_3)_2CHCH(Cl)CH_3$

$(CH_3)_2C(Cl)CH_2CH_3$ $\quad$ $CH_3CH(CH_2Cl)CH_2CH_3$

10.4.3 ہیلوجن ایکسچینج (Halogen Exchange)

الکائل آیوڈائڈ کو عام طور سے خشک ایسیٹون میں الکائل کلورائڈ / برومائڈ کے NaI کے ساتھ تعامل کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔ تعامل کو فنکیلسٹائن تعامل (Finkelstein reaction) کہا جاتا ہے۔

$$R{-}X \; + \; NaI \longrightarrow R{-}I \; + \; NaX$$

$$X = Cl, Br$$

اس طرح حاصل ہونے والے NaCl یا NaBr کی خشک ایسیٹون میں ترسیب ہو جاتی ہے۔ یہ لے چیٹلیئر اصول (Le Chatelier's principle) کے مطابق فارورڈ تعامل میں معاونت کرتا ہے۔

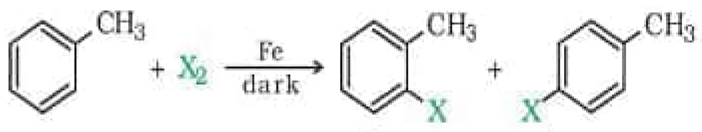
الکائل فلورائڈوں کی تالیف کا عمل AgF، Hg_2F_2، CoF_2 یا SbF_3 جیسے دھاتی کلورائڈ کی موجودگی میں الکائل کلورائڈ / برومائڈ کو گرم کرکے بہتر طریقے سے انجام دیا جاسکتا ہے۔ اس تعامل کو سوارٹس تعامل (Swarts Reaction) کہا جاتا ہے۔

$$H_3C{-}Br + AgF \longrightarrow H_3C{-}F \; + \; AgBr$$

10.5 ہیلوارینس کی تیاری (Preparation of Haloarenes)

(I) ہائیڈروکاربن سے الیکٹروفلک بدل کے ذریعہ (From hydrocarbons by electrophilic substitution)

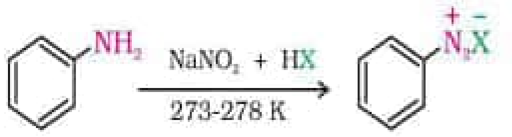
ارائل کلورائڈ یا برومائڈ کو آئرن یا آئرن (III) جیسے لیوس ایسڈ وسیط کی موجودگی میں بالترتیب کلورین اور برومین کے ساتھ ارینس (Arenes) الیکٹروفلک بدل کے ذریعہ آسانی سے تیار کیا جاسکتا ہے۔



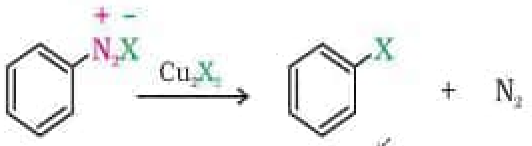
آرتھو اور پیرا آئسومر کو ان کے نقطۂ گداخت میں بہت زیادہ فرق کی وجہ سے بآسانی علاحدہ کیا جاسکتا ہے۔ آیوڈین کے ساتھ تعاملات رجعتی نوعیت کے ہوتے ہیں اور ان میں تکسیدی ایجنٹ (HNO_3, HIO_4) کی ضرورت ہوتی ہے تاکہ آیوڈینیشن (Iodination) کے دوران بننے والی HI کی تکسید ہو سکے۔ فلورین کی بہت زیادہ تعاملیت کی وجہ سے فلورو مرکبات کو اس طریقہ سے تیار نہیں کیا جاسکتا۔

(II) امین سے سینڈمیئر کے تعامل کے ذریعہ (From amines Sandmeyer's reaction)

آبی معدنی تیزاب میں حل شدہ یا معلق پرائمری ایرومیٹک امین کا جب سوڈیم نائٹریٹ کے ساتھ تعامل ہوتا ہے تو ایک ڈائی ایزونیم (Diazonium) نمک حاصل ہوتا ہے (اکائی 13، کلاس XII)۔ تازہ بنے ہوئے ڈائی ایزونیم نمک کے محلول میں کیوپرس کلورائڈ یا کیوپرس برومائڈ کی آمیزش کے نتیجے میں ڈائی ایزونیم گروپ Cl- یا Br- سے بدل جاتا ہے۔

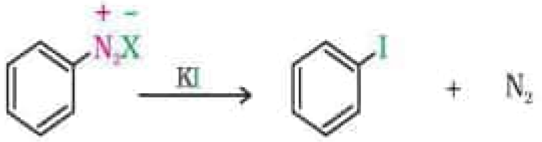


بینزین ڈائی ایزونیم ہیلائڈ

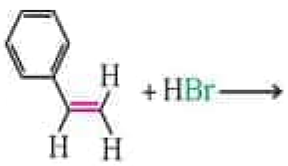


ایرائل ہیلائڈ X = Cl, Br

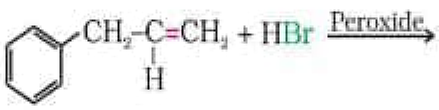
آیوڈین کے ذریعہ ڈائی ایزونیم گروپ کو بدلنے کے لیے کیوپرس ہیلائڈ کی ضرورت نہیں ہوتی اور یہ کام صرف ڈائی ایزونیم نمک کو پوٹاشیم آیوڈائڈ کے ساتھ ہلا کر انجام دیا جاتا ہے۔



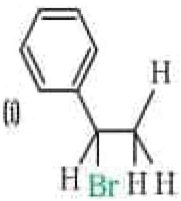
مثال 10.4 مندرجہ ذیل تعاملات کے ماحصلات لکھیے۔

(i) 

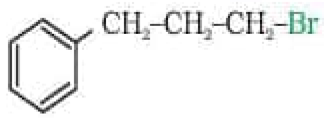
(ii) $CH_3-CH_2-CH=CH_2 + HCl \longrightarrow$

(iii) 

حل

(i) 

(ii) $CH_3-CH_2-CH(Cl)-CH_3$

(iii) 

متن پر مبنی سوالات

10.2 KI کے ساتھ الکحل کے تعامل میں سلفیورک ایسڈ کا استعمال کیوں نہیں کیا جاتا؟

10.3 پروپین (Propene) کے مختلف ہیلوجن مشتقوں کی ساختیں لکھیے۔

10.4 C_5H_{12} سالماتی فارمولہ والے آئسومیرک الکینس میں اس الکین کی شناخت کیجیے جو فوٹوکیمکل کلورینیشن کے نتیجے میں مندرجہ ذیل ماحصل فراہم کرتا ہے۔

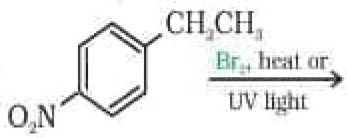
(i) واحد مونوکلورائڈ

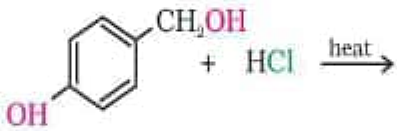
(ii) تین آئسومیرک مونوکلورائڈ

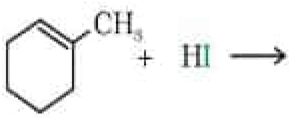
(iii) چار آئسومیرک مونوکلورائڈ

10.5 مندرجہ ذیل ہر ایک تعامل میں اہم مونوہیلو ماحصلات کی ساختیں بتائیے۔

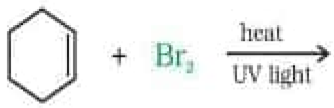
(i)


(ii)


(iii)


(iv)


(v) $CH_3CH_2Br + NaI \longrightarrow$

(vi)


10.6 طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

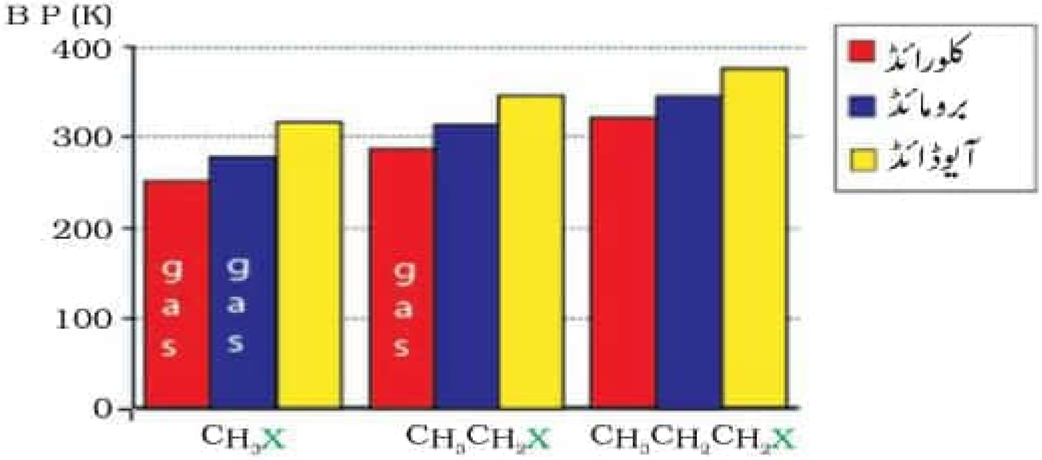
الکائل ہیلائڈ خالص حالت میں بے رنگ ہوتے ہیں۔ تاہم برومائڈ اور آیوڈائڈ روشنی کی موجودگی میں رنگین ہو جاتے ہیں۔ متعدد طیران پذیر ہیلوجن مرکبات عمدہ خوشبو کے حامل ہیں۔

نقطۂ گداخت اور نقطۂ جوش (Melting and boiling points)

متھائل کلورائڈ، میتھائل برومائڈ، ایتھائل کلورائڈ اور کچھ کلوروفلورومیتھین (Chlorofluromethanes) کمرہ کے درجۂ حرارت پر گیسیں ہیں، بڑے ممبران رقیق یا ٹھوس ہیں۔ جیسا کہ ہم پہلے ہی مطالعہ کر چکے ہیں کہ نامیاتی ہیلوجن مرکبات کے سالمات قطبی ہوتے ہیں۔ مورث ہائڈروکاربن کے مقابلے بہت زیادہ قطبیت اور سالماتی کمیت کی وجہ سے ہیلوجن مشتقوں میں بین سالماتی کشش کی قوتیں (ڈائی پول-ڈائی پول اور وانڈر والس) نسبتاً مضبوط ہوتی ہیں۔ اسی وجہ سے کلورائڈ، برومائڈ اور آیوڈائڈ کے نقطۂ جوش ان کے مقابل سالماتی کمیت والے ہائڈروکاربنوں کے مقابلے بہت زیادہ ہوتے ہیں۔

سالمہ کے سائز اور اس میں الیکٹرانوں کی تعداد میں جیسے جیسے اضافہ ہوتا ہے قوت کشش زیادہ مضبوط ہوتی جاتی ہے۔ مختلف ہیلائڈوں کے نقطۂ جوش میں تنوع کے پیٹرن کو شکل 10.1 میں ظاہر کیا گیا ہے۔ ایک ہی الکائل گروپ میں الکائل ہیلائڈوں کے نقطۂ جوش کی گھٹتی ہوئی ترتیب اس طرح ہے RI > RBr > RCl > RF۔

اس کی وجہ یہ ہے کہ ہیلوجن ایٹم کے سائز اور کمیت میں اضافہ کے سبب وانڈر وال قوتوں کی قدر میں اضافہ ہو جاتا ہے۔

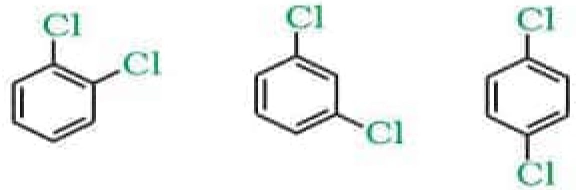


شکل 10.1 کچھ الکائل ہیلائڈوں کے نقطہ جوش کا موازنہ

شاخوں میں اضافہ کے ساتھ ساتھ آئسو میرک ہیلوالکینس کے نقطۂ جوش کم ہوتے جاتے ہیں (اکائی 12، کلاس XI)۔ مثال کے طور پر 2-برومو-2-میتھائل پروپین کا نقطۂ جوش تینوں آئسومر میں سب سے کم ہے۔

	$CH_3CH_2CH_2CH_2Br$	$CH_3CH_2CH(Br)CH_3$	$H_3C-C(CH_3)(Br)-CH_3$
b.p./K	375	364	346

آئسو میرک ڈائی ہیلوبینزین کے نقطۂ جوش کافی حد تک یکساں ہوتے ہیں۔ حالانکہ پیرا آئسومر کا نقطۂ گداخت اپنے آرتھو اور میٹا آئسومر کے مقابلے زیادہ ہوتا ہے۔ ایسا پیرا آئسومر کی سمٹری (Symmetry) کی وجہ سے ہے جو آرتھو اور میٹا آئسومر کے مقابلے کرسٹل لیٹس میں بہتر طور پر فِٹ ہو جاتی ہے۔



b.p / K	453	446	448
m.p / K	256	249	323

کثافت (Density)

ہائڈروکاربنوں کے برومو، آیوڈو اور پالی کلورو مشتق پانی کے مقابلے زیادہ بھاری ہوتے ہیں۔ کاربن ایٹموں، ہیلوجن ایٹموں کی تعداد نیز ہیلوجن ایٹموں کی ایٹمی کمیت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ کثافت میں اضافہ ہوتا جاتا ہے (جدول 10.3)۔

جدول 10.3 کچھ ہیلوالکینس کی کثافت

کثافت (g/mL)	مرکب	کثافت (g/mL)	مرکب
1.336	CH_2Cl_2	0.89	$n\text{-}C_3H_7Cl$
1.489	$CHCl_3$	1.335	$n\text{-}C_3H_7Br$
1.595	CCl_4	1.747	$n\text{-}C_3H_7I$

حل پذیری (Solubility)

ہیلوالکینس پانی میں بہت معمولی حل پذیر ہیں۔ ہیلوالکینس کو پانی میں حل کرنے کے لیے توانائی درکار ہوتی ہے تاکہ ہیلو الکین سالمات کی قوت کشش پر قابو پایا جاسکے اور پانی کے سالمات کے درمیان ہائڈروجن بانڈ کو توڑا جا سکے۔ جب ہیلوالکینس اور پانی کے سالمات کے درمیان نئی کشش تو تیں قائم ہوتی ہیں تو کم توانائی خارج ہوتی ہے کیونکہ یہ پانی میں اصل ہائڈروجن بانڈ کی طرح قوی نہیں ہے۔ نتیجتاً پانی میں ہیلوالکینس کی حل پذیری کم ہو جاتی ہے۔ حالانکہ ہیلوالکینس نامیاتی محلل میں حل ہونے کا رجحان رکھتے ہیں کیونکہ ہیلوالکینس اور محلل سالمات کے درمیان نئی بین سالماتی کشش کی قوتیں تقریباً اسی قدر کی ہوتی ہیں جو قدر ٹوٹنے والے علاحدہ علاحدہ ہیلوالکین اور محلل سالمات کے درمیان ہوتی ہیں۔

متن پر مبنی سوالات

10.6 مندرجہ ذیل مرکبات کے ہر ایک سیٹ کو ان کے نقطۂ جوش کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں رکھیے۔

(i) برومیتھین (bromomethane)، بروموفارم، کلورومیتھین، ڈائی برومومیتھین (Dibromomethane)

(ii) 1-کلوروپروپین (1-Chloropropane)، آئسو پروپائل کلورائڈ، 1-کلوروبیوٹین (1-Chlorobutane)

10.7 کیمیائی تعاملات (Chemical Reactions)

10.7.1 ہیلوالکینس کے تعاملات (Reactions of Haloalkanes)

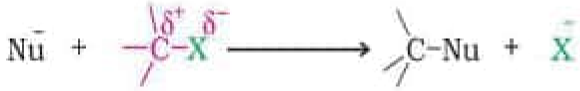
ہیلوالکینس کے تعاملات کو مندرجہ ذیل زمروں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔

1. نیوکلیوفلک بدل (Nucleophilic substitution)
2. اخراجی تعاملات (Elimination substitution)
3. دھاتوں کے ساتھ تعامل (Reaction with metals)

(i) نیو کلیوفلک بدل تعاملات (Nucleophilic substitution Reactions)

آپ XI جماعت میں پڑھ چکے ہیں کہ نیوکلیوفائل میں الیکٹران وافر مقدار میں ہوتے ہیں لہٰذا وہ خامری معمولی (Substrate) سالمہ کے اس حصہ پر حملہ کرتے ہیں جس میں الیکٹرانوں کی کمی ہوتی ہے۔ ایسے تعاملات جن میں ایک نیوکلیوفائل سالمہ میں پہلے سے موجود نیوکلیوفائل کو ہٹاتا ہے وہ نیوکلیوفلک بدل تعاملات کہلاتے ہیں۔ ان تعاملات میں ہیلوالکین خامری معمول ہوتے ہیں۔ ایک نیوکلیوفائل (Nuicleophile) اس ہیلوالکین

(Substrate) کے ساتھ تعامل کرتا ہے جس میں ہیلوجن ایٹم سے منسلک کاربن ایٹم پر جزوی مثبت چارج ہوتا ہے۔ بدل تعامل (Substitution reaction) واقع ہوتا ہے اور ہیلوجن ایٹم (جسے Leaving group کہتے ہیں) ہیلائڈ آین کے طور پر علاحدہ ہو جاتا ہے، کیونکہ بدل تعامل کی ابتدا نیوکلیوفائل کی وجہ سے ہوتی ہے اس لیے اسے نیوکلیوفلک بدل تعامل کہتے ہیں۔



یہ ان الکائل ہیلائڈوں کے نامیاتی تعاملات کا مفید ترین زمرہ ہے جن میں ہیلوجن sp^3 مخلوط شدہ کاربن ایٹم سے منسلک ہوتی ہے۔ کچھ عام نیوکلیوفائل کے ساتھ ہیلوالکین کے تعامل کے نتیجے میں بننے والے ماحصلات جدول 10.4 میں دیے گئے ہیں۔

جدول 10.4 الکائل ہیلائڈ (R-X) کے نیوفلک بدل

$$R - X + Nu^- \rightarrow R - Nu + X^-$$

ریجنٹ	نیوکلیوفائل R-Nu	بدل ماحصل R-Nu	اہم ماحصل کا زمرہ
NaOH (KOH)	HO^-	ROH	الکحل
H_2O	H_2O	ROH	الکحل
NaOR′	$R'O^-$	ROR′	ایتھر
NaI	I^-	R—I	الکائل آیوڈائڈ
NH_3	NH_3	RNH_2	پرائمری امین
$R'NH_2$	$R'NH_2$	RNHR′	سیکنڈری امین
R′R″NH	R′R″H	RNR′R″	ٹرشری امین
KCN	$\bar{C} \equiv N:$	RCN	نائٹرائل (سائنائڈ)
AgCN	Ag-CN:	RNC (آئسوسائنائڈ)	آئسونائٹرائل
KNO_2	O=N—O	R—O—N=O	الکائل نائٹرائل
$AgNO_2$	Ag—Ö—N=o	$R—NO_2$	نائٹروالکین
R′COOAg	$R'COO^-$	R′COOR	ایسٹر
$LiAlH_4$	H	RH	ہائڈروکاربن
$R^- M^+$	R^-	RR′	الکین

سائنائڈ اور نائٹرائٹ جیسے گروپ دو نیوکلیوفلک مراکز پر مشتمل ہوتے ہیں اور انہیں ایمبڈینٹ نیوکلیوفائل (Ambident nucleophiles) کہا جاتا ہے۔ درحقیقت سائنائڈ گروپ دو ساختوں کی مخلوط شکل ہے اور اسی

لیے دو مختلف طریقوں سے نیوکلیوفائل کے طور پر کام کرتا ہے $[^{\ominus}C{\equiv}N \leftrightarrow :C{=}N^{\ominus}]$ یعنی کاربن ایٹم کے ذریعہ منسلک ہو کر الکائل سائنائڈ بناتا ہے اور نائٹروجن ایٹم کے ذریعہ منسلک ہو کر آئسو سائنائڈ بناتا ہے۔ اسی طرح نائٹرائٹ آین بھی ایمبیڈینٹ نیوکلیوفائل کو ظاہر کرتا ہے جو دو مختلف جگہوں پر منسلک ہوتا ہے [-O-N=O]۔ آکسیجن کے ذریعہ منسلک ہو کر الکائل نائٹرائٹ کی تشکیل کرتا ہے اور نائٹروجن ایٹم کے ذریعہ منسلک ہو کر نائٹرو الکینس بناتا ہے۔

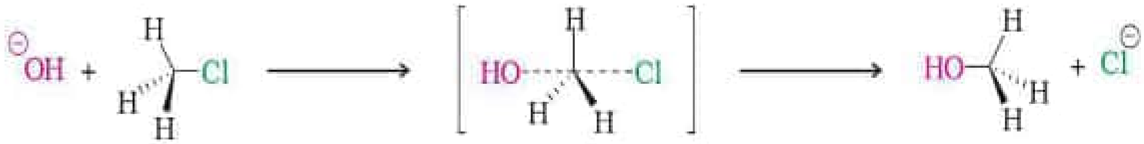
مثال 10.5 ہیلوالکینس KCN سے تعامل کر کے اہم ماحصل کے طور پر الکائل سائنائڈ بناتے ہیں جبکہ AgCN خاص ماحصل کے طور پر آئسو سائنائڈ کی تشکیل کرتا ہے۔ تشریح کیجیے۔

حل KCN آینی ہوتا ہے اور محلول میں سائنائڈ آین فراہم کرتا ہے۔ حالانکہ کاربن اور نائٹروجن دونوں ہی میں ایٹم اس حالت میں ہوتے ہیں کہ الیکٹران کے جوڑوں کا عطیہ کر سکیں۔ حملہ خاص طور سے کاربن ایٹم کے ذریعہ سے ہوتا، نائٹروجن کے ذریعہ سے نہیں کیونکہ C-C بانڈ C-N بانڈ کے مقابلے زیادہ مستحکم ہوتا ہے۔ تاہم AgCN خاص طور سے شریک گرفت نوعیت کا حامل ہے اور نائٹروجن الیکٹران کے جوڑے کا عطیہ کرنے کے لیے آزاد ہے۔ جس سے خاص ماحصل آئسو سائنائڈ بنتا ہے۔

میکانزم (**Mechanism**): یہ تعامل دو مختلف میکانزم کے ذریعہ انجام دیا جاتا ہے جنہیں ذیل میں بیان کیا جا رہا ہے:

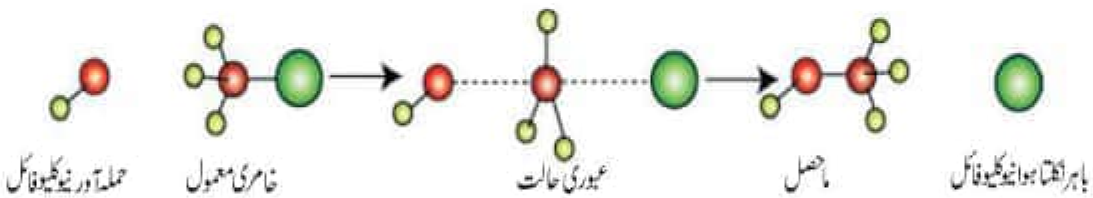
(a) بدل نیوکلیوفلک بائی مالیکیولر (S_N2)

میتھنال (Methnol) اور کلورائڈ آین بنانے کے لیے CH_3Cl اور ہائڈرا کسائڈ آین کے درمیان ہونے والا تعامل سیکنڈ آرڈر حرکیات کا اتباع کرتا ہے۔ یعنی شرح کا انحصار دونوں متعاملوں کے ارتکاز پر ہوتا ہے۔



آپ گیارھویں جماعت میں سیکشن 12.3.2 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ ٹھوس لائن کاغذ سے باہر نکل رہے بانڈ کو ظاہر کرتی ہے۔ ڈیش لائن کاغذ سے نیچے جا رہے بانڈ کو ظاہر کرتی ہے اور مستقیم خط (سیدھی لائن) کاغذ کے مستوی میں بانڈ کا اظہار ہے۔

اوپر دیے گئے تعامل کو ڈائی گرام بنا کر دکھایا جا سکتا ہے جیسا کہ شکل 10.2 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل **10.2** سرخ بال آنے والے ہائڈرا کسائڈ آینوں کو ظاہر کرتے ہیں اور سبز ذات باہر جانے والے ہیلائڈ آینوں کو ظاہر کرتے ہیں

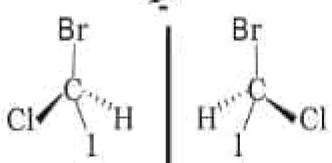
یہ دو سالماتی نیوکلیوفلک بدل (S_N2) تعامل کو ظاہر کرتا ہے۔ اندر آنے والا نیوکلیوفائل الکائل ہیلائڈ سے باہمی عمل کرکے کاربن ہیلائڈ بانڈ کو توڑ دیتا ہے اور ایک نیا بانڈ کاربن اور حملہ آور نیوکلیوفائل کے درمیان بنتا ہے۔ یہاں پر C-O بانڈ C اور OH کے درمیان بنتا ہے۔ یہ دونوں عمل ایک ہی مرحلہ میں یکے بعد دیگر انجام دیے جاتے ہیں اور کسی بھی انٹرمیڈیئیٹ کی تشکیل نہیں ہوتی ہے۔ جیسے جیسے تعامل آگے کی طرف بڑھتا ہے حملہ آور نیوکلیوفائل اور کاربن ایٹم کے درمیان بانڈ بننا شروع ہوتے ہیں تو کاربن ایٹم اور باہر نکلنے والے گروپ (Leaving group) کے درمیان بانڈ کمزور ہوجاتے ہیں۔ جب ایسا ہوتا ہے تو خارجی معمول کے کاربن-ہائیڈروجن کے تین بانڈ حملہ آور نیوکلیوفائل سے دور ہونا شروع ہوجاتے ہیں۔ عبوری حالت میں تینوں C-H بانڈ ایک ہی پلین میں ہوتے ہیں اور حملہ آور اور باہر نکلنے والا نیوکلیوفائل کاربن کے ساتھ جزوی طور پر جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ جیسے جیسے حملہ آور نیوکلیوفائل کاربن کے نزدیک آتا ہے C-H بانڈ بھی اسی سمت میں آگے بڑھتا ہے۔ یہاں تک کہ نیوکلیوفائل کاربن پر حملہ کرتا ہے اور باہر نکلنے والا گروپ کاربن کو چھوڑ دیتا ہے۔ نتیجہ کے طور پر تشکل الٹ جاتا ہے۔ کاربن ایٹم کا تشکل بالکل اسی طرح الٹ جاتا ہے جس طرح تیز ہوا کے نتیجے میں چھتری الٹ جاتی ہے۔ یہ عمل تشکل کی تبدیلی (Inversion of configuration) کہلاتا ہے۔ عبوری حالت میں کاربن ایٹم آنے والے نیوکلیوفائل اور جانے والے (Leaving group) کے ساتھ بندش کرلیتا ہے۔ اس طرح عبوری حالت میں کاربن ایٹم پانچ ایٹموں کے ساتھ بندش کرتا ہے۔ اس طرح کی ساختیں غیر مستحکم ہوتی ہیں اور انھیں علاحدہ نہیں کیا جاسکتا۔

1937 میں ایڈورڈ ڈیویز ھگس اور سر کرسٹوفر انگولڈ نے SN_2 میکانزم کا میکانزم تجویز کیا۔

تشکل (Configuration)

کاربن کے اطراف تعاملی گروہ کی ترتیب کو اس کا تشکل کہتے ہیں۔ نیچے دی گئی اشکال A اور B کو غور سے دیکھیے۔

آئینہ



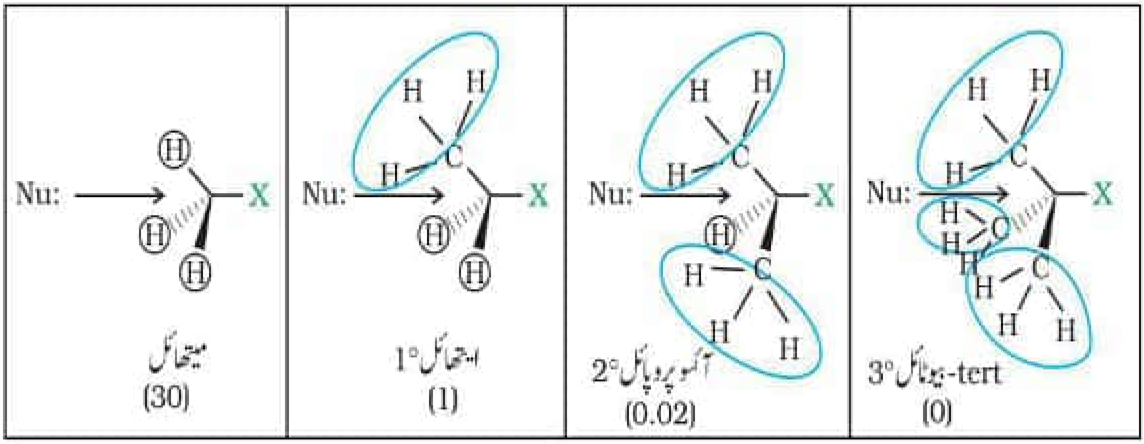
(B) (A)

یہ ایک ہی مرکب کی دو ساختیں ہیں۔ یہ کاربن سے تعاملی گروہ کی مخصوص ترتیب میں ایک دوسرے سے مختلف ہیں۔ ساخت (A) ساخت (B) کی آئینی عکس (Mirror Image) ہے۔ ہم کہتے ہیں کہ ساخت (A) میں کاربن کا تشکل ساخت (B) میں کاربن کے تشکل کا آئینی عکس ہے۔

کیونکہ اس تعامل میں کاربن پر مشتمل لیونگ گروپ (Leaving group) تک نیوکلیوفائل کی پہنچ ضروری ہے لہٰذا کاربن ایٹم کے اوپر یا اس کے نزدیک Bulky substituents کی موجودگی ڈرامائی طور پر امتناعی اثر کا مرتکب بن جاتی ہے۔ سادہ الکائل ہیلائڈوں میں سے میتھائل ہیلائڈ S_N2 تعاملات میں بہت تیزی سے تعامل کرتا ہے کیونکہ اس میں صرف تین چھوٹے ہائڈروجن ایٹم ہوتے ہیں۔ ٹرشری ہیلائڈ سب سے کم تعامل پذیر ہیں کیونکہ جسیم گروپ نیوکلیوفائل کی پہنچ میں رکاوٹ پیدا کرتا ہے۔ اس طرح تعاملیت کی ترتیب مندرجہ ذیل ہے:

ھگس نے انگولڈ کے ماتحت کام کیا اور یونیورسٹی آف لندن سے D.Sc. کی ڈگری حاصل کی۔

ٹرشری ہیلائڈ > سیکنڈری ہیلائڈ > پرائمری ہیلائڈ



شکل 10.3 S_N2 تعامل میں اسٹیرک اثر۔ S_N2 تعامل کی نسبتی شرح قوسین میں دی گئی ہے۔

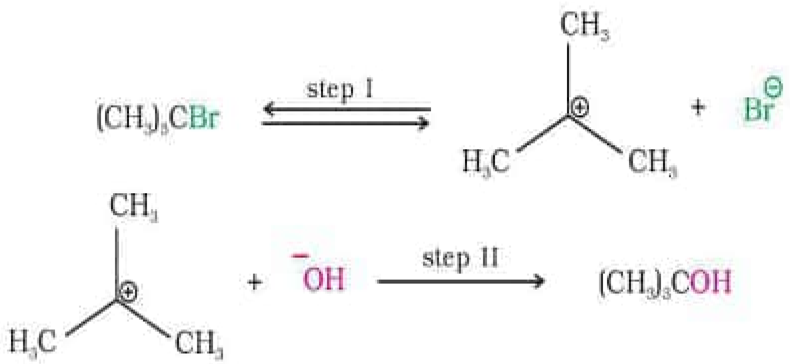
(b) بدل نیو کلیوفلک یک سالماتی (S_N1)

S_N1 تعاملات عام طور سے قطبی پروٹک محلول (مثلاً پانی، الکحل، ایسیٹک ایسڈ وغیرہ) میں انجام دیے جاتے ہیں۔ ٹرشری بیوٹائل برومائڈ اور ہائڈرا کسائڈ آین کے درمیان ہونے والا تعامل جس کے نتیجے میں ٹرشری بیوٹائل الکحل بنتا ہے، فرسٹ آرڈر مرکبات کا اتباع کرتا ہے یعنی تعامل کی شرح کا انحصار صرف ایک متعامل کے ارتکاز پر ہوتا ہے جو کہ یہاں tert-بیوٹائل برومائڈ ہے۔

$$(CH_3)_3CBr + {}^{-}OH \longrightarrow (CH_3)_3COH + Br^{-}$$

2-برومو-2-میتھائل پروپین 2-میتھائل پروپین-2-آل

یہ تعامل دو مرحلوں میں مکمل ہوتا ہے۔ پہلے مرحلہ میں C-Br بانڈ شکستگی سے ہوکر گزرتا ہے جس کے نتیجے میں کاربوکیٹ آین (Carbocat ion) اور برومائڈ آین بنتے ہیں۔ اس طرح بننے والے کاربوکیٹ آین دوسرے مرحلہ میں نیوکلیوفائل کے حملہ کی زد میں آتے ہیں اور بدل تعامل مکمل ہو جاتا ہے۔



پہلا مرحلہ سست ترین مرحلہ ہے اور رجعتی بھی ہے۔ اس مرحلہ میں C-Br بانڈ کا ٹوٹنا شامل ہے جس کے لیے درکار توانائی کو پروٹک محلل کے پروٹان کی ہیلائڈ آین کے ساتھ تحلیل سے حاصل کیا جاتا ہے۔ کیونکہ تعامل کی شرح کا

انحصار ست ترین مرحلہ پر ہوتا ہے لہٰذا شرح تعامل الکائل ہیلائڈ کے ارتکاز پر منحصر ہوتی ہے ہائڈرا کسائڈ آین کے ارتکاز پر نہیں۔ مزید یہ کہ کاربوکیٹ آین کا استحکام جتنا زیادہ ہوگا الکائل ہیلائڈ سے تشکیل میں اتنی ہی آسانی ہوگی اور تعامل کی شرح اتنی ہی زیادہ ہوگی۔ یہ الکائل ہیلائڈ کے معاملے میں 3° الکائل ہیلائڈ بہت تیزی سے S_N1 تعامل کو انجام دیتا ہے کیونکہ 3° کاربوکیٹ آینوں کا استحکام بہت زیادہ ہوتا ہے۔ S_N1 اور S_N2 تعاملات کے تئیں الکائل ہیلائڈوں کی تعاملیت کا خلاصہ ہم مندرجہ ذیل طریقے سے کر سکتے ہیں:

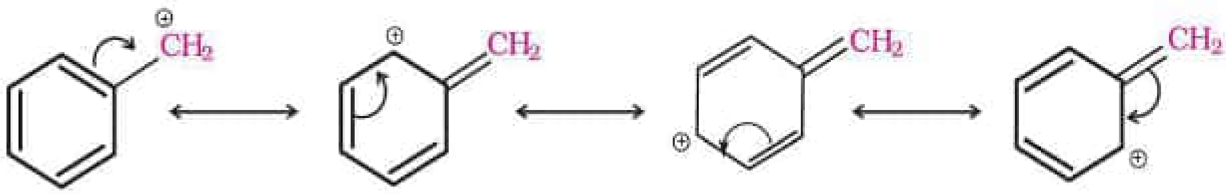
S_N2 تعامل کے لیے ⟶

CH_3X؛ پرائمری ہیلائڈ؛ سیکنڈری ہیلائڈ؛ ٹرشری ہیلائڈ

⟵ S_N1 تعامل کے لیے

ان وجوہات کی بنا پر ایلیلک (Allylic) اور بینزائلک ہیلائڈ S_N1 تعامل کے تئیں بہت زیادہ تعاملیت کا اظہار کرتے ہیں (اکائی 12، کلاس XI)۔





دیے ہوئے الکائل گروپ کے لیے ہیلائڈ R-X کی تعاملیت، دونوں میکانزم میں ایک ہی ترتیب کا اتباع کرتی ہے R–I> R–Br>R–Cl>>R–F

مثال 10.6 ہیلوجن مرکبات کے مندرجہ ذیل جوڑوں میں سے کون زیادہ تیزی سے S_N2 تعامل کو انجام دے گا؟



حل



$-CH_2Cl$ پر پرائمری ہیلائڈ ہے اسی لیے تیزی سے S_N2 تعامل انجام دیتا ہے۔



کیونکہ آیوڈین کا سائز بڑا ہونے کی وجہ سے یہ ایک بہتر لیونگ گروپ (Leaving group) ہے، لہٰذا آنے والے نیوکلیوفائل کی موجودگی میں تیزی کے ساتھ خارج ہو جائے گا۔

مثال 10.7 S_N1 اور S_N2 تعاملات میں مندرجہ ذیل مرکبات کی تعاملیت کی ترتیب کی پیشین گوئی کیجیے۔

(i) چار آئسومیرک بروموبیوٹین (Bromobutanes)

(ii) $C_6H_5CH_2Br$, $C_6H_5CH(C_6H_5)Br$, $C_6H_5CH(CH_3)Br$, $C_6H_5C(CH_3)(C_6H_5)Br$

حل

(i) $CH_3CH_2CH_2CH_2Br < (CH_3)_2CHCH_2Br < CH_3CH_2CH(Br)CH_3 < (CH_3)_3CBr$ (S_N1) $CH_3CH_2CH_2CH_2Br > (CH_3)_2CHCH_2Br > CH_3CH_2CH(Br)CH_3 > (CH_3)_3CBr$ (S_N2)

دو پرائمری برومائڈوں میں $(CH_3)_2CHCH_2Br$ سے اخذ شدہ کاربوکیٹ آین انٹرمیڈیئٹ $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$ سے اخذ شدہ کاربوکیٹ آین کے مقابلے زیادہ مستحکم ہوتا ہے کیونکہ $(CH_3)_2CH$ - گروپ کا الیکٹران معطی امالی اثر زیادہ ہوتا ہے۔ لہٰذا $(CH_3)_2CHCH_2Br$ S_N1 تعاملات میں $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$ کے مقابلے زیادہ تعامل پذیر ہے۔
$CH_3CH_2CH(Br)CH_3$ ایک سیکنڈری برومائڈ ہے $(CH_3)_3CBr$ ٹرشری برومائڈ ہے۔ اس طرح S_N1 تعاملات میں مذکورہ بالا ترتیب کا اتباع کیا جاتا ہے۔ S_N2 تعاملات میں تعاملیت معکوس ترتیب کا اتباع کرتی ہے کیونکہ الیکٹروفلک کاربن کے اطراف اسٹیرک رکاوٹ اس ترتیب میں بڑھتی ہے۔

(ii) $C_6H_5C(CH_3)(C_6H_5)Br > C_6H_5CH(C_6H_5)Br > C_6H_5CH(CH_3)Br > C_6H_5CH_2Br$ (S_N1)

$C_6H_5C(CH_3)(C_6H_5)Br < C_6H_5CH(C_6H_5)Br < C_6H_5CH(CH_3)Br < C_6H_5CH_2Br$ (S_N2)

دو سیکنڈری برومائڈوں میں سے $C_6H_5CH(C_5H_6)Br$ سے اخذ شدہ کاربوکیٹ آین انٹرمیڈیئٹ $C_6H_5CH(CH_3)Br$ سے حاصل ہونے والے کاربوکیٹ آین انٹرمیڈیئٹ کے مقابلے زیادہ مستحکم ہوتا ہے کیونکہ اسے گمک (Resonance) کی وجہ سے دو فنائل گروپوں کے ذریعہ استحکام عطا کیا جاتا ہے۔ لہٰذا اول الذکر برومائڈ S_N1 تعاملات میں مؤخرالذکر برومائڈ کے مقابلے زیادہ تعامل پذیر ہے۔ فنائل گروپ میتھائل گروپ کے مقابلے زیادہ جسیم ہوتا ہے۔ لہٰذا $C_6H_5CH(C_6H_5)Br$ S_N2 تعاملات میں $C_6H_5CH(CH_3)Br$ کے مقابلے کم تعامل پذیر ہے۔

(c) نیوکلیوفلک بدل تعاملات کے اسٹیریوکیمکل پہلو:

نیوکلیوفلک بدل تعاملات کے اسٹیریوکیمیکل پہلوؤں کو سمجھنے کے لیے ہمیں کچھ بنیادی کیمیکل اصولوں اور ترسیموں (Notations) کو سیکھنے کی ضرورت ہے (بصری مناظری سرگرمی، Chirality، استحضار، تقلیب، ریس خالہ، مناظری ناگردانی، Racemisation)۔

(i) **بصری سرگرمی** *(Optical Activity)*: مسطح تقطیب شدہ روشنی کے پلین (جو عام روشنی کے نکول پرزم سے گزرنے کے بعد پیدا ہوتی ہے) کو گھما دیتے ہیں جب وہ ان کے محلول سے ہوکر گزرتی ہے۔ اس قسم کے مرکبات بصری اعتبار سے سرگرم مرکبات کہلاتے ہیں۔ جس زاویہ سے مسطح تقطیب شدہ روشنی گھومتی ہے اس کی پیائش تقطیب پیا (Polarimeter) کے ذریعہ کی جاتی ہے اگر مرکب مسطح تقطیب شدہ روشنی کو دائیں طرف یعنی گھڑی کی سمت میں (Clockwise) گھماتا ہے تو اسے ڈیکسٹرو روٹیٹری (Dextrorotatory) (یونانی میں دائیں طرف گھمانے کے لیے) یا d-شکل کہتے ہیں اور اسے گردش کے درجہ (Degree of rotation) سے پہلے مثبت نشان (+) لگا کر ظاہر کیا جاتا ہے۔ اگر روشنی بائیں طرف (Anticlockwse) گردش کرتی ہے تو مرکب کو لیوو روٹیٹری (Laevorotatory) یا l-شکل کہا جاتا ہے اور گردش کے درجہ سے پہلے منفی نشان (-) لگا کر ظاہر کیا جاتا ہے۔ مرکب کے اس قسم کے مثبت (+) اور منفی (-) آئسومر بصری آئسومر کہلاتے ہیں اور یہ مظہر آپٹکل آئسو میرزم (Optical isomerism) کہلاتا ہے۔

ولیم نکول (1768-1851) نے پہلا ایسا پرزم تیار کیا جس سے مسطح تقطیب شدہ روشنی پیدا ہوئی۔

(ii) سالماتی غیر متشاکلت، چرالٹی اورعکاس سالمے (Molecular asymmetry, chirality and enantiomers) : لوئس پاسچر (1848) کا وہ مشاہدہ کہ کچھ مرکبات آئینہ شبیہ (Mirror image) کی شکل میں پائے جاتے ہیں، جدید اسٹیریو کیمسٹری کی بنیاد بن گیا۔ اس نے اس بات کا مظاہرہ کیا کہ دونوں قسم کے کرسٹلوں کے آبی محلول بصری گردش (Optical rotation) کو ظاہر کرتے ہیں جس کی قدر مساوی ہوتی ہے (مساوی ارتکاز والے محلول کے لیے) لیکن سمت ایک دوسرے کے برعکس ہوتی ہے۔ اسے یقین تھا کہ بصری سرگرمی میں یہ فرق دونوں قسم کے کرسٹلوں کے سالموں میں ایٹموں کی سہ ابعادی ترتیب (Configurations) سے وابستہ ہے۔ ڈچ سائنس داں جے وانٹ ہاف اور فرانسیسی سائنس داں سی لے بیل نے اسی سال (1874) آزادانہ طور پر تجویز کیا کہ مرکزی کاربن کے اطراف چاروں گروپوں (گرفت) کی مکانی ترتیب ٹیٹراہیڈرل ہوتی ہے اور اگر اس کاربن سے منسلک سبھی Substituent مختلف ہیں تو آئینہ شبیہوں کی غیر مسلّطیت (منطبقیت) کے ساتھ اس قسم کا کاربن غیر متشاکل کاربن یا اسٹیریو سینٹر (Steriocentre) کہلاتا ہے۔ اس طرح حاصل ہونے والے سالمہ میں متشاکلت کا فقدان ہوگا اور اسے غیر متشاکل سالمہ کہتے ہیں۔ سالمہ کی غیر متشاکلت آئینہ شبیہوں کی غیر مسلّطیت (منطبقیت) کے ساتھ اس قسم کے نامیاتی مرکبات میں بصری سرگرمی کے لیے ذمہ دار ہے۔

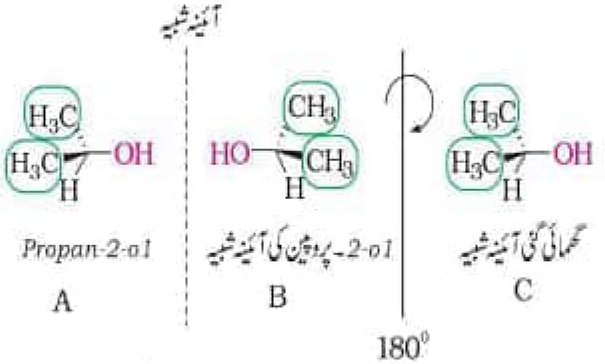
جیکب ہینڈریکس وانٹ ہاف (1852-1911) کو محلولوں پر ان کے کام کے لیے 1901 میں کیمیا کا پہلا نوبل انعام دیا گیا۔

روزمرہ کی کئی اشیا میں بھی متشاکلت اور غیر متشاکلت کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ کرہ، کعب، مخروط یہ سبھی اپنی آئینہ شبیہ کے مماثل ہیں اور انھیں ان پر منطبق کیا جاسکتا ہے۔ حالانکہ کئی اشیا اپنی آئینہ شبیہ پر منطبق نہیں ہو سکتیں مثال کے طور پر آپ کا بایاں ہاتھ اور دایاں ہاتھ ایک جیسے نظر آتے ہیں لیکن اگر آپ (اسی سطح میں حرکت دیتے ہوئے) اپنے بائیں ہاتھ کو دائیں ہاتھ کے اوپر رکھیں تو یہ منطبق نہیں ہوتے۔ وہ اشیا جو اپنی آئینہ شبیہ پر منطبق نہیں ہوسکتیں (مثلاً ہاتھوں کا جوڑا) چرال (Chiral) کہلاتی ہیں اور یہ خصوصیت چرالیٹی (Chirality) کہلاتی ہے۔ غیر چرال سالمے آپٹیکلی فعال ہوتے ہیں جبکہ وہ اشیا جو اپنی آئینہ شبیہ پر منطبق ہوسکتی ہیں غیر چرال (**Achiral**) کہلاتی ہے۔



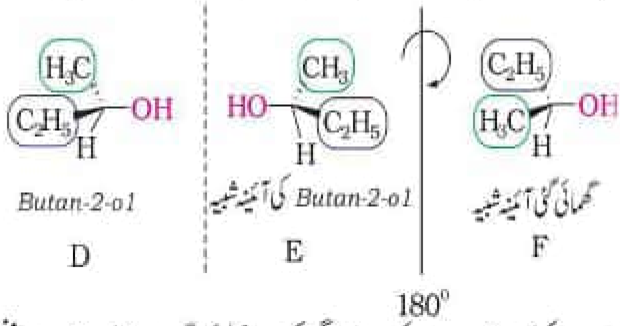
شکل 10.4 : چرال (Chiral) اور غیر چرال (Achiral) اشیا کی کچھ عام مثالیں

سالماتی چرالیٹی (**Chirality**) کے مذکورہ بالا ٹیسٹ کا اطلاق نامیاتی سالمات پر ان کے ماڈل اور آئینہ شبیہ بنا کر یا ان کی سہ ابعادی ساخت تشکیل دے کر اپنے ذہن میں منطبق کرکے کیا جاسکتا ہے۔ کچھ اور مدد (aids) بھی ہیں تاہم یہ چرال (Chiral) سالمات کی شناخت میں ہماری مدد کرسکتی ہیں۔ اس قسم کی ایک مدد واحد غیر متشاکل کاربن ایٹم کی موجودگی ہے۔ آئیے دو سادہ سالمات propan-2-ol (شکل 10.5) اور butan-2-ol (شکل 10.6) اور ان کی آئینہ شبیہوں پر غور کرتے ہیں۔



شکل 10.5 A،B کی آئینہ شبیہ ہے، B کو 180° گھمایا گیا ہے C،A پر منطبق ہے۔

جیسا کہ آپ بہت صاف دیکھ رہے ہیں کہ Propan-2.0l(A) غیر متشاکل کاربن ہے کیوں کہ چاروں گروپ جو ٹیٹرا ہیڈرل کاربن سے جڑے ہوئے ہیں وہ مختلف نہیں ہیں۔ ہم اس سالمہ کی آئینہ شبیہ (B) کو 180° پر گھماتے ہیں اور (C) کو حاصل کرتے ہیں اور پھر (C) کو (A) پر منطبق کرنے کی کوشش کرتے ہیں یہ شکلیں ایک دوسرے کو مکمل طور پر ڈھک لیتی ہیں۔ اس طرح یہ ایک غیر چرال (Achiral) سالمہ ہے۔



شکل 10.6 D،E کی آئینہ شبیہ ہے، E کو 180° گھما کر F حاصل کیا گیا، F اپنی آئینہ شبیہ D پر منطبق نہیں ہے۔

Butan-2-ol میں چاروں مختلف گروپ ٹیٹرا ہیڈرل کاربن سے منسلک ہیں لہٰذا اسے چرال (Chiral) تصور کیا جاسکتا ہے۔ چرال (Chiral) سالمات کی کچھ عام مثالیں ہیں: 2-کلورو بیوٹین (2-Chlorobutane)، 2,3-dihydroxypropanal ($OHC-CHOH-CH_2OH$)، برومو کلورو-آیوڈو میتھین (BrClCHI)، 2-برومو پروپونک ایسڈ ($H_3C-CHBr-COOH$) وغیرہ۔



شکل **10.5** : غیر چرال سالمہ اور اس کی آئینہ شبیہ

غیر منطبق آئینہ شبیہ کے طور پر ایک دوسرے سے متعلق اسٹیریو آئسومر اینینشیومرز (Enantiomers) کہلاتے ہیں (شکل 10.5)۔ شکل 10.5 میں A اور B اور شکل 10.6 میں D اور E اینینشیومرز ہیں۔

اینینشیومرز کی طبیعی خصوصیات جیسے نقطۂ گداخت، نقطۂ جوش، انعطافی اشاریہ (Refractive Index) وغیرہ یکساں ہوتی ہیں۔ یہ صرف مسطح تقطیب شدہ روشنی کی گردش کے معاملے میں ایک دوسرے سے مختلف ہوتے ہیں۔ اگر ایک اینینشیومر ڈیکسٹرو روٹیٹری (Dextro rotatory) ہے تو دوسرا لیوو روٹیٹری (laevo rotatory) ہوگا۔

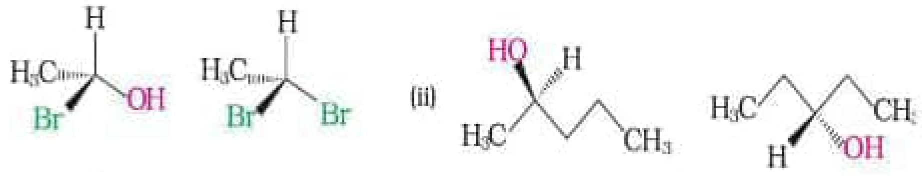
> بصری گردش (Optical rotation) کے نشان کا تعلق سالمہ کے مطلق تشکل سے نہیں ہوتا ہے۔

مساوی تناسب میں دو اینینشیومرز کا آمیزہ صفر بصری گردش ظاہر کرتا ہے کیونکہ ایک آئسومر کی وجہ سے ہونے والی گردش دوسرے آئسومر کی وجہ سے ہونے والی گردش سے منسوخ ہو جاتی ہے۔ اس قسم کا آمیزہ ریسیمک (Racemic)

آمیزہ یا ریسیمک اصلاح (Racemic modification) کہلاتا ہے۔ ریسیمک آمیزہ کو نام سے پہلے سابقہ *dl* یا (±) کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر (±) butan-2-ol۔ اینٹیومر کی ریسیمک آمیزہ میں تبدیلی ریسیمائزیشن Racemisation کہلاتی ہے۔

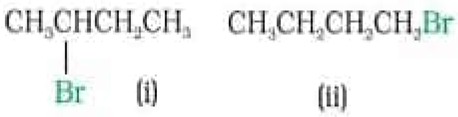
مثال 10.8 مندرجہ ذیل مرکبات کے ہر ایک جوڑے میں چرال (Chiral) اور غیر چرال (Achiral) سالمات کی شناخت کیجیے۔ (Wedge اور Dash کا اظہار گیارہویں جماعت شکل 12.1 کے مطابق ہے)۔

(i) (ii)



(i) (ii) (i) (ii)

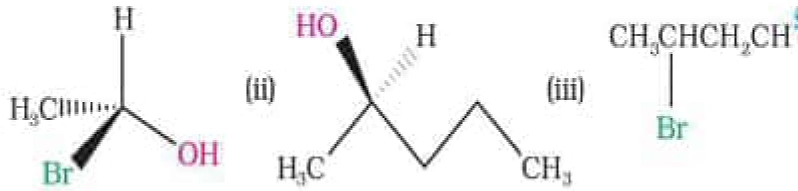
(iii)



(i) (ii)

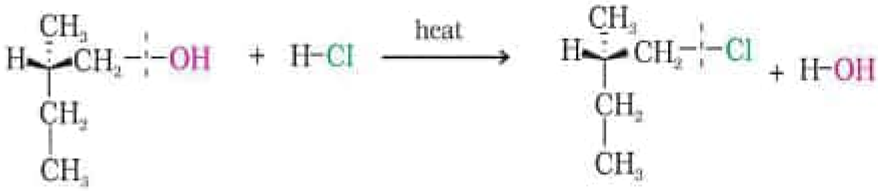
حل

(i) (ii) (iii)



(iii) **استحضار (Retention):** تشکل کی برقراری کیمیائی تعامل یا تبدیلی کے دوران ایک غیر متشاکل مرکز تک بانڈ کی مکانی ترتیب کی سالمیت کا تحفظ ہے۔

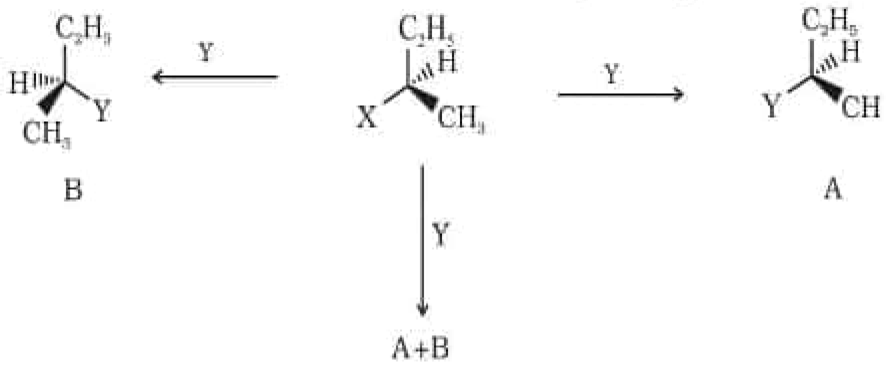
عمومی طور پر، اگر تعامل کے دوران اسٹیریو سینٹر کا کوئی بھی بانڈ نہیں ٹوٹتا ہے تو ماحصل کا عمومی تشکل متعاملوں میں اسٹیریو سینٹر کے اطراف گروپوں کے تشکل جیسا ہی ہوگا۔ اس قسم کا تعامل تشکل کو برقرار رکھنے والا تعامل کہلاتا ہے۔ ایک مثال پر غور کیجیے جس میں (–)-2-methylbutan-1-ol کو مرتکز ہائڈروکلورک ایسڈ کے ساتھ گرم کرکے تعامل انجام دیا جاتا ہے۔



(–)-2-Methylbutan-1-ol (+)-1-Chloro-2-methylbutane

یہ جاننا ضروری ہے کہ متعامل اور ماحصل میں غیر متشکل مرکز پر تشکل یکساں ہوتا ہے لیکن ماحصل میں بصری گھماؤ کا نشان تبدیل کر دیا جاتا ہے۔ یہ اس لیے ہوتا ہے کہ غیر متشکل مرکز پر دو مختلف مرکب ایک جیسے تشکل کے ساتھ مختلف بصری گھماؤ رکھ سکتے ہیں۔ ایک ڈیکسٹرو روٹیٹری (بصری گھماؤ کا مثبت نشان) تو دوسرا لیوروٹیٹری ہوسکتا ہے۔ (بصری گھماؤ کا منفی نشان)

(iv) تقلیب، استحضار اور ریسیمائزیشن (Racemisation): غیر متشاکل کاربن ایٹم پر تعامل کے لیے تین نتائج ہیں جب غیر متشاکل کاربن ایٹم سے براہِ راست جڑا ہوا بونڈ ٹوٹتا ہے۔ مندرجہ ذیل تعامل میں Y کے ذریعہ گروپ X کے ہٹاؤ پر غور کیجیے۔



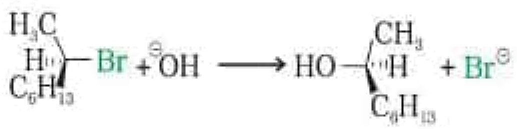
اگر حاصل ہونے والا مرکب صرف [A] ہے تو یہ عمل تشکل کی برقراری (Retention of configuration) کہلاتا ہے۔ غور کیجیے کہ A کا تشکل برقرار ہے۔

اگر حاصل ہونے والا مرکب صرف [B] ہے تو یہ عمل تشکل کی تقلیب (Inversion of configuration) کہلاتا ہے۔ B کا تشکل پلٹ گیا ہے۔

اگر مذکورہ بالا دونوں A اور B کا 50 : 50 آمیزہ حاصل ہوتا ہے تو یہ عمل ریسیمائزیشن (Racemisation) کہلاتا ہے اور ماحصل بصری اعتبار سے غیر عامل (Inactive) ہوتا ہے یعنی ایک آئسومر دوسرے کے مقابلے بصری روشنی کو مخالف سمت میں گھماتا ہے۔

آیئے اب بصری اعتبار سے سرگرم الکائل ہیلائڈوں کی مثالیں لے کر S_N1 اور S_N2 میکانزم پر از سرِ نو غور کرتے ہیں۔

بصری اعتبار سے سرگرم الکائل ہیلائڈوں کے معاملے میں S_N2 میکانزم کے نتیجے میں بننے والا ماحصل متعامل کے مقابلے تقلیبی تشکل کا حامل ہوتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ نیوکلیوفائل اپنے آپ کو اس مقام پر منسلک کرتا ہے جو اس مقام کے مقابل سمت میں ہوتا ہے جہاں ہیلوجن ایٹم موجود ہوتا ہے۔ جب (–)-2-bromooctane کا سوڈیم ہائڈرآکسائڈ سے تعامل کرایا جاتا ہے تو (+)-octan-2-ol حاصل ہوتا ہے جس میں OH گروپ کا مقام برومائڈ کے مقام کے مقابل ہوتا ہے۔

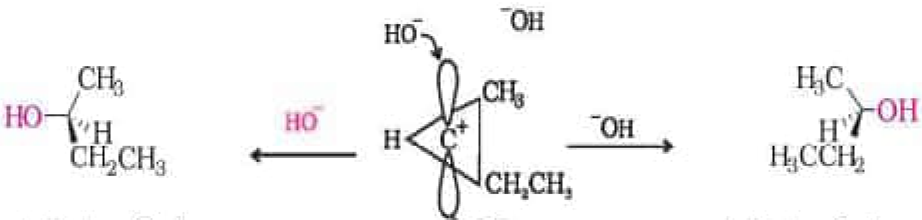


اس طرح بصری اعتبار سے سرگرم ہیلائڈوں کے S_N2 تعاملات تشکل کی تقلیب کے ذریعہ انجام پاتے ہیں۔

بصری اعتبار سے سرگرم ہیلائڈوں کے S_N1 تعاملات ریسیمائزیشن کے ذریعہ انجام پاتے ہیں۔ کیا آپ سوچ سکتے ہیں کہ ایسا کیوں ہوجاتا ہے؟ درحقیقت سست مرحلہ میں تشکیل پانے والا کاربوکیٹ آین sp^2 مخلوط شدہ ہونے کی وجہ سے مسطح (Planer) ہوتا ہے (Achiral)- نیوکلیوفائل کا حملہ کاربوکیٹائن کی کسی بھی جانب سے ہوسکتا

جانب سے ہو سکتا ہے نتیجتاً ماحصلات کا آمیزہ حاصل ہوتا ہے، ان میں سے ایک یکساں تشکل کا حامل ہوتا ہے (-OH اسی طرف منسلک ہوتا ہے جس طرف ہیلائڈ آئن منسلک ہوتا ہے) اور دوسرا ماحصل برعکس تشکل کا حامل ہوتا ہے۔ (-OH کی پوزیشن ہیلائڈ آئن کے برعکس ہوتی ہے) اس کی وضاحت بصری اعتبار سے سرگرم 2-برومو بیوٹین کی برق پاشیدگی کے ذریعہ کی جاسکتی ہے جس کے نتیجے میں (±)-butan-2-ol حاصل ہوتا ہے۔

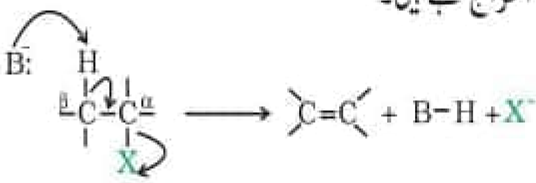




(+)-Butan-2-ol (–)Butan-2-ol

2. اخراجی تعاملات (Elimination reactions)

جب β-ہائڈروجن ایٹم والے ہیلوالکین کو پوٹاشیم ہائڈراکسائڈ کے الکحلی محلول کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے تو β کاربن سے ہائڈروجن اور α-کاربن ایٹم سے ہیلوجن ایٹم کا اخراج ہوتا ہے جس کے نتیجے میں ماحصل کے طور پر الکین (Alkene) حاصل ہوتی ہے۔ کیونکہ اخراج میں β-ہائڈروجن شامل ہے اس لیے اسے عام طور سے β-اخراج کہتے ہیں۔



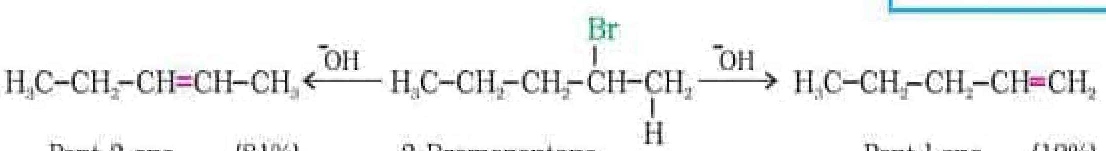
B=Base ; X=Leaving group

اگر ایک سے زیادہ β-ہائڈروجن ایٹموں کی وجہ سے ایک سے زیادہ الکین (Alkene) کے بننے کا امکان ہے تو عام طور سے خاص ماحصل کے طور پر ایک الکین بنتی ہے۔ یہ اس پیٹرن کے حصہ کی تشکیل ہے جس کا مشاہدہ سب سے پہلے روسی کیمیا داں الکیزینڈر زیتیو (Alexander Zaitsev) نے کیا تھا جس نے 1875 میں ایک کلیہ قائم کیا جس کا خلاصہ اس طرح ہے "ڈی ہائڈروہیلوجینیشن تعاملات میں، ترجیحی ماحصل وہ الکین ہوتی ھے جس میں ڈبل بانڈ والے کاربن ایٹموں سے منسلک ہونے والے الکائل گروپوں کی تعداد زیادہ ہوتی ھے." اس طرح 2-bromopentane سے خاص ماحصل کے طور پر pent-2-ene بنتا ہے۔

سالمہ میں α اور β کاربن کا مقام

وہ کاربن جس پر ہیلوجن ایٹم براہِ راست جڑتا ہے α کاربن کہلاتا ہے اور اس کے برابر والا کاربن β کاربن کہلاتا ہے۔

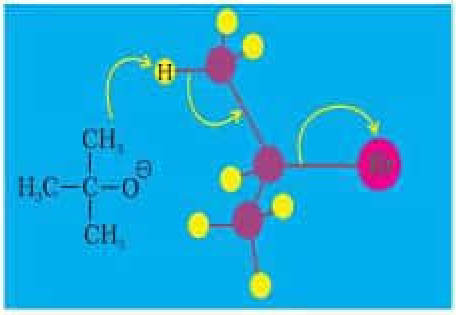




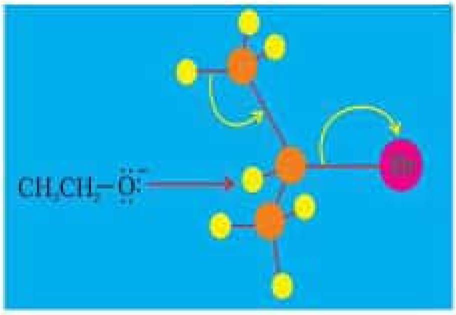
Pent-2-ene (81%) 2-Bromopentane Pent-l-ene (19%)

اخراج بالمقابل بدل (Elimination versus substitution)

ایک کیمیائی تعامل مسابقت کا نتیجہ ہوتا ہے۔ یہ ایک ایسی دوڑ ہے جو سب سے تیز دوڑنے والے کے ذریعہ کی جاتی ہے۔ سالمات کا مجموعہ زیادہ تر اس کام کو کرنے کی کوشش کرتا ہے جو اس کے لیے آسان ہو۔ α-ہائڈروجن ایٹموں والا الکائل ہیلائڈ جب ایک اساس (Base) یا نیوکلیوفائل سے تعامل کرتا ہے تو اس کے پاس دو مسابقتی راستے ہوتے ہیں۔ ایک راستہ ہے بدل (S_N1 اور S_N2) اور دوسرا اخراج۔ کون سا راستہ اختیار کیا جائے گا، اس کا انحصار الکائل ہیلائڈ کی نوعیت، اساس/نیوکلیوفائل کی قوت اور سائز تعامل کے حالات پر ہوتا ہے۔ اس طرح ایک جسیم نیوکلیوفائل اساس کے مترادف طرزِ عمل کو ترجیح دیتا ہے اور چہار گرفتی کاربن ایٹم کے نزدیک جانے کے بجائے ایک پروٹان کو نکال لیتا ہے (اسٹیرک وجہ)۔ اسی طرح سے پرائمری الکائل ہیلائڈ S_N2 تعامل کو ترجیح دیتا ہے۔ سیکنڈری الکائل ہیلائڈ S_N2 کو ترجیح دے گا یا اخراج کو ترجیح دے گا، اس بات کا انحصار نیوکلیوفائل یا اساس کی استطاعت پر ہوگا اور ٹرشری الکائل ہیلائڈ S_N1 تعامل یا اخراج کو ترجیح دے گا۔ اس کا انحصار کاربوکیٹ آئن کے استحکام یا الکین کے زیادہ بدل پر ہوگا۔



اخراج



بدل

3. دھاتوں کے ساتھ تعامل (Reaction with metals)

زیادہ تر نامیاتی کلورائڈ، برومائڈ اور آیوڈائڈ کچھ مخصوص دھاتوں کے ساتھ تعامل کرکے کاربن-دھات بانڈ پر مشتمل مرکبات بناتے ہیں۔ اس قسم کے مرکبات **نامیاتی – دھاتی مرکبات** (Organo-metallic compounds) کہلاتے ہیں۔ نامیاتی دھاتی مرکبات کی ایک اہم جماعت الکائل میگنیشیم ہیلائڈ RMgX ہے جس کی کھوج 1900 میں وکٹر گرگنارڈ (Victor Grignard) نے کی تھی۔ اسے گرگنارڈ ریجنٹ (Grignard Reagents) کہا جاتا ہے۔ یہ ریجنٹ خشک ایتھر میں ہیلوالکین کے میگنیشیم دھات کے ساتھ تعامل کے نتیجے میں تیار کیے جاتے ہیں۔

$$CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{\text{dry ether}} \underset{\text{Grignard reagent}}{CH_3CH_2MgBr}$$

گرگنارڈ ریجنٹ میں، کاربن میگنیشیم بانڈ شریک گرفت لیکن بہت زیادہ قطبی نوعیت کا ہوتا ہے جس میں کاربن، الیکٹرانوں کو برقی مثبت میگنیشیم سے اپنی جانب کھینچتا ہے، میگنیشیم ہیلوجن بانڈ لازمی طور پر آئنی ہوتا ہے۔

$$\overset{\delta-}{R}-\overset{\delta+}{Mg}\,\overset{\delta-}{X}$$

گرگنارڈ ریجنٹ بہت زیادہ تعامل پذیر ہوتے ہیں اور کسی بھی پروٹان ماخذ سے تعامل کرکے ہائڈروکاربن



وکٹر گرگنارڈ کی ایک کیمیادان کے طور پر شروعات ایک عجیب انداز میں ہوئی۔ انھوں نے ریاضی میں ڈگری حاصل کی لیکن وہ اچانک کیمسٹری کی طرف مڑ گیے۔ یہ طبیعی کیمیا کا ریاضیاتی حلقہ نہیں تھا بلکہ نامیاتی کیمیا کا تھا۔ میتھالیلیشن کے عمل کے لیے ایک کا اگر وسیط کی کھوج کے دوران انھوں نے دیکھا کہ ڈائی ایتھائل ایتھر میں زنک کا استعمال اس مقصد کے لیے ہوتا ہے انھوں نے جاننا چاہا کہ کیا اس کی جگہ میگنیشیم /ایتھر کا اتحاد بھی کامیاب ہوسکتا ہے۔ گرگنارڈ ریجنٹ کو سب سے پہلے 1900میں پیش کیا گیا۔ گرگنارڈ نے اس کام کا استعمال 1901میں اپنی پی ایچ ڈی کے لیے کیا۔ 1910میں گرگنارڈ نینسی یونیورسٹی میں پروفیسر کے عہدے رفائز ہوئے 1912میں انھوں نے پال سا بیتے (Paul Sabaties) کے ساتھ مجموعی طور پر کیمسٹری کا نوبل انعام حاصل کیا۔ پال سابیتے نے نکل کیٹلائز ہائڈروجینیشن پر کام کیا تھا۔

بناتے ہیں۔ یہاں تک کہ پانی، الکحل، امین اتنے تیزابی ہیں کہ وہ انہیں نظیری ہائڈروکاربنوں میں تبدیل کر سکتے ہیں۔

$$RMgX + H_2O \longrightarrow RH + Mg(OH)X$$

اس لیے یہ ضروری ہے کہ گرگنارڈ ریجنٹ کو معمولی سی نمی سے بھی دور رکھنا چاہیے۔اس وجہ سے یہ تعامل خشک ایتھر میں کیا جاتا ہے۔دوسری طرف اسے ہیلائڈوں کو ہائڈروکاربنوں میں تبدیل کرنے کا ایک طریقہ تصور کیا جاسکتا ہے۔

ورٹز تعامل (Wurtz Reaction)

الکائل ہیلائڈ خشک ایتھر میں سوڈیم سے تعامل کرکے ایسے ہائڈروکاربن بناتے ہیں جن میں کاربن ایٹموں کی تعداد ہیلائڈ میں موجود کاربن ایٹموں کی تعداد کا دوگنا ہوتی ہے۔ اس تعامل کو ورٹز تعامل کہتے ہیں (اکائی 13 کلاس XI)۔

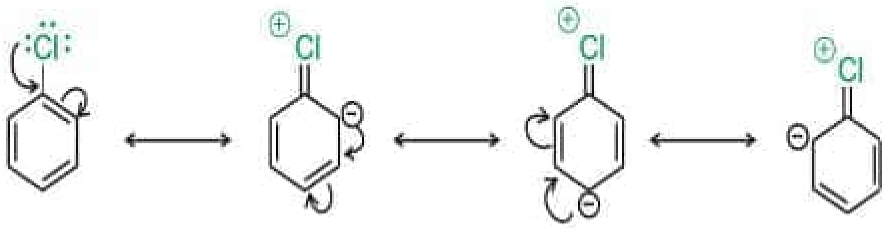
$$2RX + Na \longrightarrow RR + NaX$$

10.7.2 ہیلوایرینس کے تعاملات (Reactions of Haloarenes)

1. نیوکلیوفلک بدل (Nucleophilic substitution)

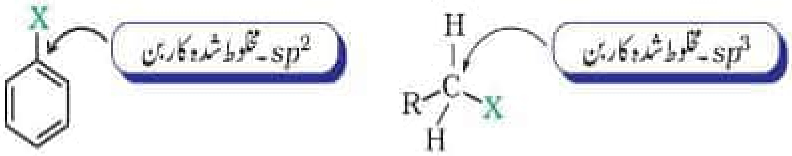
ایرائل ہیلائڈ نیوکلیوفلک بدل تعاملات کے تئیں نہایت کم تعامل پذیر ہیں۔اس کی وجوہات مندرجہ ذیل ہیں:

(i) **گمک اثر (Resonance effect)** : ہیلوایرینس میں ہیلوجن ایٹم پر الیکٹران کے جوڑے رنگ (حلقہ) کے π-الیکٹرانوں کے ساتھ جفتہ کی شکل (Conjugation) میں ہوتے ہیں اور مندرجہ ذیل گمک ساختیں ممکن ہیں۔



C—Cl بانڈ گمک کی وجہ سے جزوی ڈبل بانڈ خصوصیت کو حاصل کرلیتا ہے۔ نتیجتاً ہیلوایرین میں بانڈ شکستگی ہیلوالکین کے مقابلے مشکل ہے اور اسی لیے یہ نیوکلیوفلک بدل تعاملات کے تئیں کم تعامل پذیر ہوتے ہیں۔

(ii) C—X بانڈ میں کاربن ایٹم کی مخلوطیت میں فرق: ہیلوالکین میں ہیلوجن سے منسلک کاربن ایٹم sp^3 مخلوط شدہ ہوتا ہے جبکہ ہیلوایرین میں ہیلوجن سے منسلک کاربن ایٹم sp^2 مخلوط شدہ ہوتا ہے۔

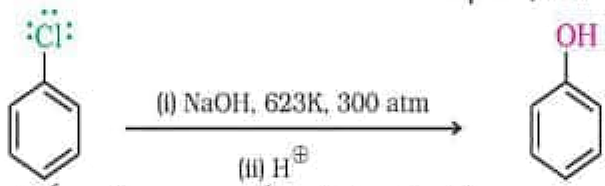


زیادہ s-خصوصیت کا حامل sp^2 مخلوط شدہ کاربن زیادہ برقی منفی ہوتا ہے اور C—X بانڈ کے الیکٹران جوڑے کو کم s-خصوصیت والے ہیلوالکین میں sp^3 مخلوط شدہ کاربن کے مقابلے زیادہ مضبوطی سے پکڑ کر رکھ سکتا ہے۔ اس لیے ہیلوالکین میں C—Cl بانڈ لمبائی 177pm ہوتی ہے جبکہ ہیلوایرینس میں 169pm ہوتی ہے۔ کیونکہ بڑے بانڈ کے مقابلے چھوٹے بانڈ کو توڑنا مشکل ہوتا ہے۔ اس لیے ہیلوایرینس، ہیلوالکینس کے مقابلے نیوکلیوفلک بدل تعامل کے تئیں کم تعامل پذیر ہوتے ہیں۔

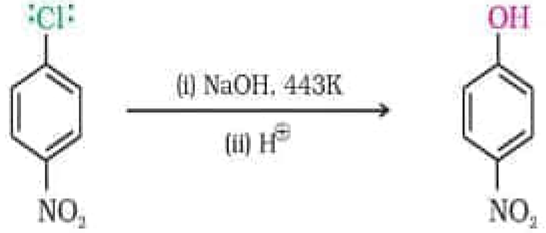
(iii) فینائل کیٹ آین کا عدم استحکام (Instability of phenyl cation): ہیلوایرینس میں ازخود آیونائزیشن کے نتیجے میں بننے والا فینائل کیٹ آین گمک کے ذریعہ مستحکم نہیں ہوگا اور اسی لیے S_N1 میکانزم کو خارج کر دیا جاتا ہے۔

(iv) ممکنہ دفع کی وجہ سے، الیکٹران سے بھرپور نیوکلیوفائل کے لیے الیکٹران سے بھرپور ایرینس تک پہنچنے کے لیے اس کا امکان بہت کم ہے۔

ہائڈراکسل گروپ کے ذریعہ ہٹاؤ (Replacement by hydroxyl group): کلوروبینزین کو 623 K درجۂ حرارت اور 300 atm دباؤ پر آبی سوڈیم ہائڈراکسائڈ محلول میں گرم کرکے فینال (Phenol) میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

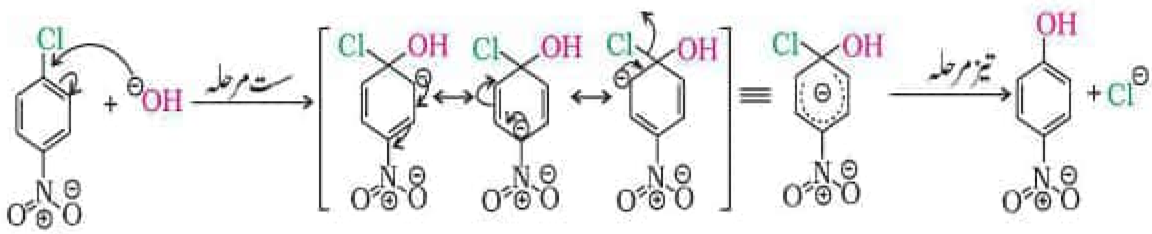


آرتھو اور پیرا مقامات پر الیکٹران کو باہر نکالنے والے گروپ ($-NO_2$) کی موجودگی ہیلوایرینس کی تعاملیت میں اضافہ کر دیتی ہے۔

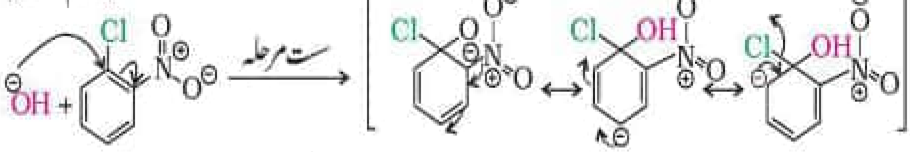




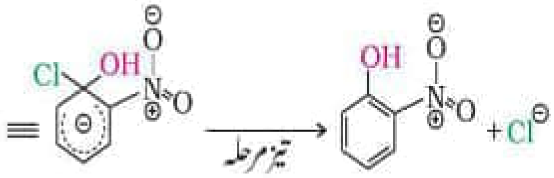
جب $(-NO_2)$ گروپ آرتھو اور پیرا مقامات پر متعارف ہوتا ہے تو اثر ہوتا ہے۔ حالانکہ میٹا پوزیشن پر ووڈراونگ گروپ (Withdrawing group) کی موجودگی کی وجہ سے ہیلوایرینس کی تعاملیت پر کسی قسم کے اثر کا مشاہدہ نہیں ہوتا۔ تعامل کا میکانزم ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

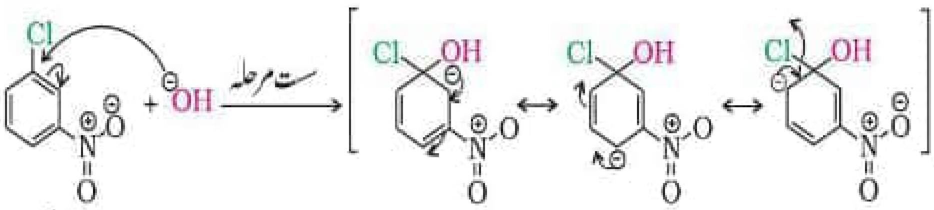


p مقام آئسومر

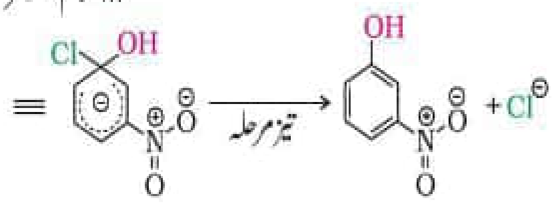


o مقام آئسومر





m مقام آئسومر

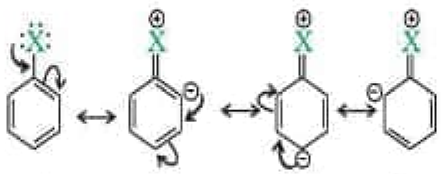


کیا آپ سوچ سکتے ہیں کہ NO_2 صرف آرتھو اور پیرا پوزیشن پر ہی اپنے اثر کو ظاہر کرتا ہے، میٹا پوزیشن پر نہیں، کیوں؟

جیسا کہ دکھایا گیا ہے، آرتھو اور پیرا مقامات پر نائٹروگروپ کی موجودگی بینزین رنگ سے الیکٹران کثافت کو کم کر دیتی ہے جس سے ہومیوایرینس پر میوکلیوفائل کا حملہ آسان ہو جاتا ہے۔ اس طرح حاصل ہونے والا کاربو این آین کو گمک کے ذریعہ استحکام عطا کیا جاتا ہے۔ ہیلوجن بدل کے مقابلے میں آرتھو اور پیرا پوزیشن پر منفی چارج کی موجودگی کو NO_2 گروپ کے ذریعہ استحکام عطا کیا جاتا ہے جبکہ میٹا نائٹرو بینزین کے مقابلے میں کسی بھی گمک ساخت میں NO_2 گروپ والے کاربن پر منفی چارج موجود نہیں ہوتا۔ اسی لیے میٹا پوزیشن پر نائٹروگروپ کی موجودگی کو استحکام عطا نہیں کیا جاتا اور میٹا پوزیشن پر NO_2 گروپ کی موجودگی کی وجہ سے تعاملیت پر کسی قسم کے اثر کا مشاہدہ نہیں ہوتا۔

2. الیکٹروفلک بدل تعاملات (Electrophilic substitution reactions)

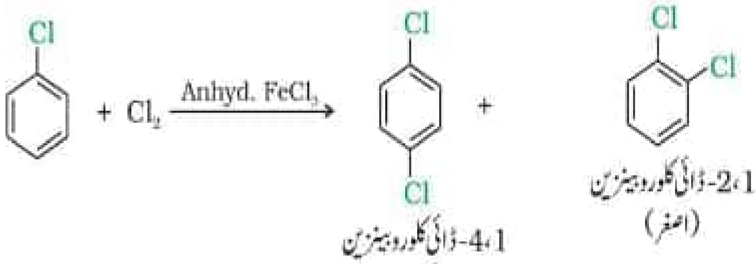
ہیلوایرینس میں ہیلوجینیشن، نائٹریشن، سلفونیشن اور فریڈل کرافٹ تعاملات جیسے بینزین رنگ کے الیکٹروفلک تعاملات ہوتے ہیں۔ ہیلوجن ایٹم معمولی سا غیر سرگرم ہونے کے باوجود o، p ڈائریکٹنگ ہوتا ہے لہٰذا مزید بدل ہیلوجن ایٹم کی مناسبت میں آرتھو اور پیرا مقامات پر ہوتا ہے۔ ہیلوجن ایٹم کے o، p ڈائرکٹنگ اثر کو ہم ہیلوبینزین کی مندرجہ ذیل گمک ساختوں پر غور کر کے سمجھ سکتے ہیں۔



I II III IV

گمک کی وجہ سے الیکٹران کثافت میں میٹا پوزیشنوں کے مقابلے آرتھو اور پیرا پوزیشنوں پر زیادہ اضافہ ہوتا ہے۔ مزید یہ کہ ہیلوجن ایٹم میں اپنے I- اثر کی وجہ سے بینزین رنگ سے الیکٹرانوں کو نکالنے کا کچھ رجحان ہوتا ہے۔ نتیجتاً رنگ، بینزین کے مقابلے کچھ غیر عامل (Deactivated) ہو جاتا ہے اور اس طرح نیوکلیو فلک بدل تعاملات ہیلوایرینس میں آہستہ آہستہ واقع ہوتے ہیں اور بینزین کے مقابلے زیادہ شدید حالات درکار ہوتے ہیں۔

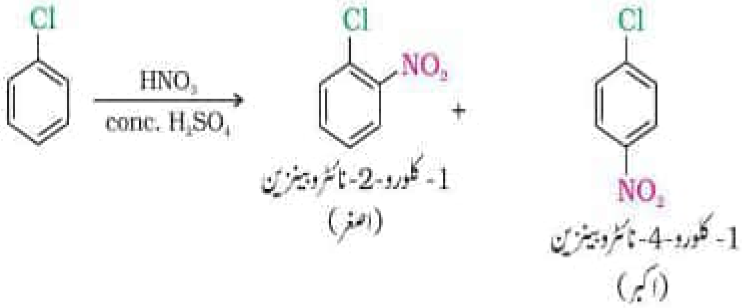
(i) ہیلوجینیشن



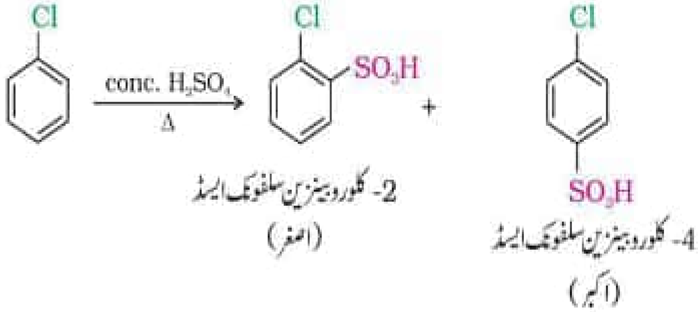
4،1-ڈائی کلوروبینزین (اکبر)

2،1-ڈائی کلوروبینزین (اصغر)

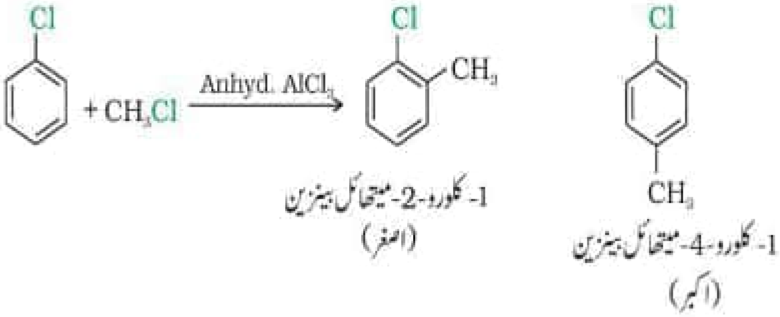
(ii) نائٹریشن

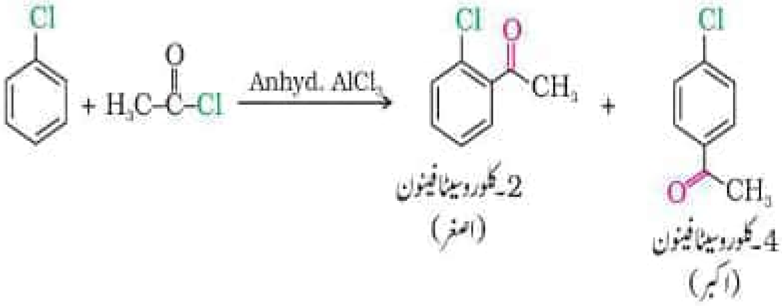


(iii) سلفونیشن



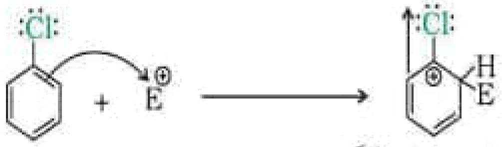
(iv) فریڈل کرافٹس تعامل





مثال 10.9 حالانکہ کلورین ایک EWG (Electron withdrawing group) ہے پھر بھی یہ الیکٹروفلک ایرومیٹک بدل تعاملات میں آرتھو-، پیرا ڈائریکٹنگ ہے۔ کیوں؟

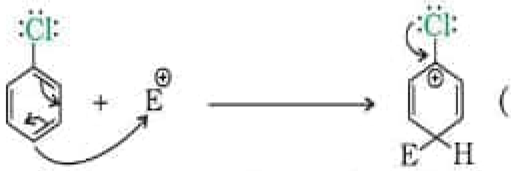
حل کلورین الیکٹرانوں کو امالی اثر کے ذریعہ (Withdraw) کرتی ہے اور گمک کے ذریعہ الیکٹرانوں کو خارج کرتی ہے۔ امالی اثر کے تحت کلورین الیکٹروفلک بدل تعامل کے دوران بننے والے انٹرمیڈیٹ کاربوکیٹ آین کو غیر مستحکم بناتی ہے۔



امالی اثر انٹرمیڈیٹ کاربن کیٹ آین کو غیر مستحکم بناتا ہے۔



آرتھو۔پوزیشن پر حملہ



(پیرا۔پوزیشن پر حملہ)

گمک اثر انٹرمیڈیٹ کاربن کیٹ آین کو استحکام عطا کرتا ہے۔

گمک کے ذریعہ ہیلوجن کاربوکیٹ آین کو مستحکم بناتی ہے اور یہ اثر آرتھو اور پیرا پوزیشنوں پر زیادہ ہوتا ہے۔ امالی اثر گمک کے مقابلے زیادہ قوی ہوتا ہے اور کل ملا کر **Electron withdrawal** کا سبب بنتا ہے اور اس طرح غیر عاملیت کا موجب ہے۔ گمک اثر آرتھو اور پیرا پوزیشنوں پر حملہ کے لیے امالی اثر کی مخالفت کرتا ہے اور اس طرح غیر عاملیت کو آرتھو اور پیرا حملہ کے لیے کم کر دیتا ہے۔ اس طرح تعاملیت کو قوی امالی اثر کے ذریعہ کنٹرول کیا جاتا ہے اور تشریق گمک کے ذریعہ کنٹرول کی جاتی ہے۔

3. دھاتوں کے ساتھ تعامل (Reaction with metals)

ورٹز فٹگ تعامل (Wurtz-Fittig reaction)

الکائل ہیلائڈ اور ایرائل ہیلائڈ کا آمیزہ خشک ایتھر میں سوڈیم سے تعامل کرکے الکائل ایرین بناتا ہے۔ یہ تعامل ورٹز فٹگ (Wurtz-fittig) تعامل کہلاتا ہے۔



فٹگ تعامل (Fittig reaction)

ایرائل ہیلائڈ خشک ایتھر میں سوڈیم سے تعامل کرکے مشابہ (Analogous) مرکبات بھی بناتا ہے جس میں دو ایرائل گروپ ایک دوسرے سے منسلک ہوتے ہیں۔ اسے فٹگ تعامل کہتے ہیں۔



Diphenyl

متن پر مبنی سوالات

10.7 آپ مندرجہ ذیل جوڑوں میں سے کس الکائل ہیلائڈ سے S_N2 میکانزم کے ذریعہ تیزی سے تعامل کرنے کی امید رکھتے ہیں؟

(i) $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$ or $CH_3CH_2CH(Br)CH_3$

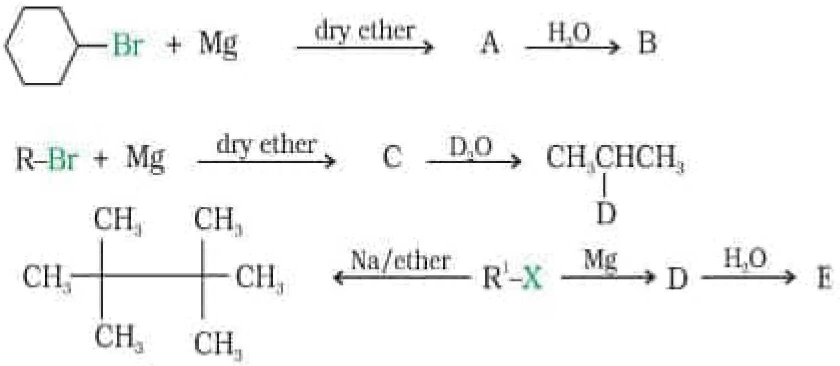
(ii) $CH_3CH_2CH(Br)CH_3$ or $H_3C-C(CH_3)_2-Br$

(iii) $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2Br$ or $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2Br$

10.8 ہیلوجن مرکبات کے مندرجہ ذیل جوڑوں میں کون سا مرکب تیزی سے S_N1 تعامل کرتا ہے؟



10.9 مندرجہ ذیل میں A،B،C،D،E اور R' کی شناخت کیجیے۔



10.8 پالی ہیلوجن مرکبات (Polyhalogen Compounds)

ایک سے زیادہ ہیلوجن ایٹموں پر مشتمل کاربن کے مرکبات عام طور سے پالی ہیلوجن مرکبات کہلاتے ہیں۔ ان میں سے بہت سے مرکبات صنعت اور زراعت میں کافی مفید ہیں۔ کچھ پالی ہیلوجن مرکبات اس سیکشن میں مذکور ہیں۔

10.8.1 ڈائی کلورومیتھین (میتھائلین کلورائڈ)

ڈائی کلورومیتھین کا سب سے زیادہ استعمال روغن ہٹانے کے لیے محلل کے طور پر کیا جاتا ہے۔ اس کے علاوہ ایروسول پروپیلینٹ (Propellant) کے طور پر اور دوائیں بنانے میں پراسس محلل کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کا استعمال دھاتوں کو صاف کرنے اور چکانے والے محلل کے طور پر بھی کیا جاتا ہے۔ میتھائلین کلورائڈ انسانوں میں مرکزی عصبی نظام کو نقصان پہنچاتا ہے۔ ہوا میں میتھائلین کلورائڈ کی زیادہ مقدار بیہوش، متلی اور ہاتھ پیروں کی انگلیوں کے سن پڑ جانے کا سبب بن جاتی ہے۔ انسانوں میں اگر جلد سیدھے ہی میتھائلین کلورائڈ کے رابطہ میں آ جائے تو شدید جلن ہونے لگتی ہے اور جلد میں معمولی سی سرخی آ جاتی ہے۔ آنکھ کے براہ راست رابطہ کی وجہ سے کارنیا (Cornea) جل سکتا ہے۔

10.8.2 ٹرائی کلورومیتھین (کلوروفارم)

کیمیائی اعتبار سے کلوروفارم چربیوں، الکیلائڈ، آیوڈین اور دیگر اشیا کے لیے محلل کے طور پر کام کرتا ہے۔ آج کل کلوروفارم کا سب سے زیادہ استعمال فری آن ریفریجنٹ R-22 تیار کرنے میں کیا جاتا ہے۔ پہلے اس کا استعمال سرجری میں جنرل اینستھیٹک (General anaesthetic) کے طور پر کیا جاتا تھا لیکن اب اس کی جگہ کم زہریلے اور محفوظ اینستھیٹک کا استعمال کیا جاتا ہے۔ کلوروفارم کے بخارات کو سانس کے ذریعہ اندر لینے سے مرکزی عصبی نظام سست پڑ جاتا ہے۔ 900 ppm کلوروفارم کو سانس کے ذریعہ اندر لینے سے بیہوشی، تھکاوٹ اور سردرد ہونے لگتا ہے۔ بہت زیادہ کلوروفارم سے جگر (جہاں کلوروفارم کا فاسجین میں تحول ہو جاتا ہے) اور گردے خراب ہو سکتے ہیں۔ جب جلد کو کلوروفارم میں ڈبایا جاتا ہے تو کچھ لوگ جلد میں سوزش کی شکایت کرنے لگتے ہیں۔ روشنی کی موجودگی میں کلوروفارم ہوا کے ذریعہ آہستہ آہستہ بہت زیادہ زہریلی گیس کاربونل کلورائڈ میں تکسید ہو جاتا ہے۔ یہ گیس فاسجین (Phosgene) بھی کہلاتی ہے۔ لہٰذا اسے گہرے رنگ کی مکمل طور سے بھری ہوئی بند بوتلوں میں رکھا جاتا ہے تا کہ ہوا باہر رہے۔

$$2CHCl_3 + O_2 \xrightarrow{\text{روشنی}} 2COCl_2 + 2HCl$$

فاسجین

10.8.3 ٹرائی آیوڈو میتھین (آیوڈوفارم)

اس کا استعمال پہلے اینٹی سیپٹک کے طور پر کیا جاتا تھا لیکن اینٹی سیپٹک خصوصیات کی وجہ آزاد آیوڈین کا خارج ہونا ہے نا کہ خود آیوڈوفارم۔ اس کی ناپسندیدہ بو کی وجہ سے اس کی جگہ آیوڈین پر مشتمل دیگر مرکبات نے لے لی۔

10.8.4 ٹیٹرا کلورومیتھین (کاربن ٹیٹرا کلورائڈ)

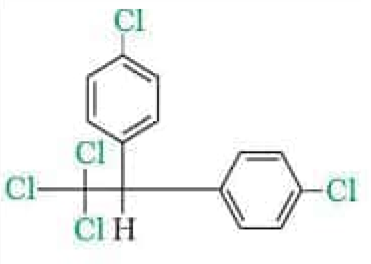
ریفریجرینٹ اور ایروسول کین کے لیے پروپیلینٹ بنانے میں اسے بڑے پیمانے پر تیار کیا جاتا ہے۔ اسے کلوروفلورو کاربن اور دیگر کیمیائی اشیا کی تالیف کے لیے فیڈ اسٹاک (Feedstock) کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ دوائیں بنانے اور عام محلل کے طور پر بھی اس کا استعمال ہوتا ہے۔ 1960 کے وسط تک اس کا استعمال بڑے پیمانے پر صنعتوں میں گریس ہٹانے کے لیے اور گھروں میں دھبے ہٹانے کے لیے رقیق کے طور پر اور آگ بجھانے کے لیے کیا جاتا تھا۔ ایسے کچھ ثبوت ملے ہیں کہ کاربن ٹیٹرا کلورائڈ انسانوں میں جگر کے کینسر کا سبب ہے۔ بیہوشی، ہلکا سردرد، متلی اور الٹی (قے) اس کے عام اثرات ہیں جن کی وجہ سے عصبی خلیے (Nerve cells) مستقل طور پر تباہ ہو جاتے ہیں۔ کچھ شدید معاملوں میں یہ اثرات بہت تیزی سے حالت استعجاب، کوما، بیہوشی یا موت کا سبب بن جاتے ہیں۔ CCl_4 کے رابطہ میں آنے سے دل کی دھڑکن بے قاعدہ ہو جاتی ہے یا رک سکتی ہے۔ کیمکل آنکھوں میں جلن پیدا کر سکتا ہے۔ جب کاربن ٹیٹرا کلورائڈ ہوا میں خارج ہو جاتا ہے تو یہ کرہ باد میں اوزون پرت کو پتلا کر دیتا ہے۔ اوزون پرت کے پتلا ہو جانے کی وجہ سے انسان الٹراوائلٹ شعاعوں کی زد میں آ سکتے ہیں جس کی وجہ سے جلد کا کینسر، آنکھوں کی بیماریاں اور عارضے لاحق ہو سکتے ہیں اور نظام مامون کے خراب ہونے کا بھی اندیشہ ہے۔

10.8.5 فری آنس (Freons)

میتھین اور ایتھین کے کلوروفلورو کاربن مرکبات مجموعی طور پر فری آنس کہلاتے ہیں۔ یہ نہایت مستحکم، غیر تعامل پذیر، غیر سمی، غیر تاکلی اور آسانی سے رقیق میں تبدیل ہونے والی گیسیں ہیں۔ فری آن 12 (CCl_2F_2) سب سے عام فری آن ہے جو کہ صنعت میں استعمال ہوتا ہے۔ اسے ٹیٹرا کلورومیتھین سے سوارٹ تعامل کے ذریعہ بنایا جاتا ہے۔ انہیں عام طور سے ایروسول پروپیلینٹ، ریفریجریشن اور ایئر کنڈیشننگ مقاصد کے لیے تیار کیا جاتا ہے۔ 1974 سے دنیا میں فری آن کی کل پیداوار 2 بلین پاؤنڈ سالانہ ہے۔ زیادہ تر فری آن، یہاں تک کہ جو ریفریجریشن میں استعمال کی جاتی ہے کرہ باد میں پہنچ جاتی ہے جہاں یہ بغیر تبدیل ہوئے اسٹریٹواسفیئر میں نفوذ کر جاتی ہے۔ اسٹریٹواسفیئر میں فری آن ریڈیکل زنجیری تعامل کو شروع کر دیتی ہے جس سے قدرتی اوزون توازن بگڑ سکتا ہے (اکائی 14، کلاس XI)۔

10.8.6 p, p' ڈائی کلوروڈائی فنائل ٹرائی کلورو ایتھین (DDT)

DDT، پہلا کلورین شدہ نامیاتی حشرہ کش (Insecticide) 1873 میں تیار کیا گیا تھا۔ 1939 کے بعد ہی سوئٹزرلینڈ میں گیگی فارماسیوٹکل (Geigy pharmaceutical) کے پال میولر نے حشرہ کش کے طور پر DDT کی مؤثریت ایجاد کی۔ اس ایجاد کے لیے 1948 میں پال میولر کو طب اور عضویات کے لیے نوبل انعام سے نوازا گیا۔ دنیا میں DDT کا بڑے پیمانے پر استعمال دوسری جنگ عظیم کے بعد شروع ہوا کیونکہ یہ ٹائفس (Typhus) کی حامل جوؤں اور ملیریا پھیلانے والے مچھروں کے خلاف کافی مؤثر تھا۔ تاہم DDT کے بے تحاشہ استعمال کی وجہ سے 1940 کے اواخر میں کچھ مسئلے پیدا ہونے لگے۔ حشرات کی کئی انواع نے DDT کے تئیں مزاحمت پیدا کرلی اور اس بات کی بھی کھوج ہوئی کہ یہ مچھلیوں کے لیے بہت زیادہ زہریلا ہے۔ DDT کے کیمیائی استحکام اور چربیوں کی حل پذیری نے مسئلہ کھڑا کردیا۔ جانوروں میں DDT کا تحول بہت تیزی سے نہیں ہوپاتا اور یہ چربیلے بافتوں میں جمع ہو جاتا ہے۔ اگر مستقل شرح سے ہوتا رہے تو جانوروں میں DDT کی مقدار وقت کے ساتھ ساتھ بڑھتی چلی جاتی ہے۔ 1973 میں USA میں DDT پر پابندی عائد کردی گئی حالانکہ دنیا کے کئی حصوں میں اس کا استعمال آج بھی ہو رہا ہے۔



DDT

خلاصہ

الکائل / ایرائل ھیلائڈوں کی درجہ بندی مونو، ڈائی یا پالی ہیلوجن (ٹرائی، ٹیٹرا وغیرہ) کے تحت کی جا سکتی ہے جس کا انحصار اس بات پر ہے کہ ان کی ساختوں میں آیا ہیلوجن کا ایک، دو یا زیادہ ایٹم موجود ہیں۔ کیونکہ ہیلوجن ایٹم کاربن کے مقابلے زیادہ برق منفی ہے لہٰذا الکائل ہیلائڈ کے کاربن-ہیلوجن بانڈ کی تقطیب ہو جاتی ہے، کاربن ایٹم پر جزوی مثبت چارج آجاتا ہے اور ہیلوجن ایٹم پر جزوی منفی چارج آجاتا ہے۔

الکائل ہیلائڈوں کو الکین کے آزاد ریڈیکل ھیلوجنیشن، الکین (Alkene) میں ہیلوجن ایسٹروں کی جمع، الکحلوں میں فاسفورس ہیلائڈ تھایونل کلورائڈ یا ہیلوجن ایسٹر کے استعمال سے OH گروپ کو ہیلوجن سے تبدیل کرکے تیار کیا جاتا ہے۔ ایرائل ہیلائڈ ایرینس کے الیکٹروفلک بدل سے تیار کیے جاتے ہیں۔ ہیلوجن ایکسچینج طریقہ فلورائڈ اور آیوڈائڈ بنانے کا سب سے بہتر طریقہ ہے۔

نامیاتی ہیلوجن مرکبات کے نقطہ جوش نظیری ہائڈروکاربنوں کے مقابلے نسبتاً زیادہ ہوتے ہیں کیونکہ ان کے درمیان مضبوط ڈائی پول-ڈائی پول اور وانڈروالس کشش کی قوتیں ہوتی ہیں۔ یہ پانی میں معمولی حل پذیر ہیں لیکن نامیاتی محلل میں مکمل طور پر حل پذیر ہوتے ہیں۔

الکائل ہیلائڈوں میں کاربن ہیلوجن بانڈ کی قطبیت نیوکلیوفلک بدل، اخراج (Elimination) اور دھاتی ایٹموں سے تعامل کرکے نامیاتی دھاتی مرکبات بنانے کے لیے ذمہ دار ہے۔ نیوکلیوفلک بدل تعاملات کو ان کی حرکی خصوصیات کی بنیاد پر S_N1 اور S_N2 تعامل میکانزم کو سمجھنے کے لیے چیرالٹی (Chirality) اہم کردار کی حامل ہے۔ تشکل کی تقلیب چرال الکائل ہیلائڈوں کے S_N2 تعاملات کی خصوصیت ہے، جبکہ ریسیمائزیشن (Racemisation) S_N1 تعاملات کی خصوصیت ہے۔

ڈائی کلورومیتھین، کلوروفارم، آیوڈوفارم، کاربن ٹیٹرا کلورائڈ، فری آن، DDT جیسے متعدد پالی ہیلوجن مرکبات کے کئی صنعتی استعمال ہیں۔ تاہم ان میں سے کئی مرکبات آسانی سے تحلیل نہیں کیے جاسکتے اور یہاں تک کہ اوزون پرت کو تباہ کرنے کے لیے ذمہ دار ہیں، لہٰذا ماحول کے لیے خطرہ بن چکے ہیں۔

مشق

10.1 مندرجہ ذیل ہیلائڈوں کے نام IUPAC نظام کے تحت لکھیے اور ان کی درجہ بندی الکائل، ایلائل، بینزائل، (پرائمری، سیکنڈریل، ٹرشری) ونائل اور ایرائل ہیلائڈوں کے تحت کیجیے۔

(i) $(CH_3)_2CHCH(Cl)CH_3$ (ii) $CH_3CH_2CH(CH_3)CH(C_2H_5)Cl$

(iii) $CH_3CH_2C(CH_3)_2CH_2I$ (iv) $(CH_3)_3CCH_2CH(Br)C_6H_5$

(v) $CH_3CH(CH_3)CH(Br)CH_3$ (vi) $CH_3C(C_2H_5)_2CH_2Br$

(vii) $CH_3C(Cl)(C_2H_5)CH_2CH_3$ (viii) $CH_3CH{=}C(Cl)CH_2CH(CH_3)_2$

(ix) $CH_3CH{=}CHC(Br)(CH_3)_2$ (x) $p\text{-}ClC_6H_4CH_2CH(CH_3)_2$

(xi) $m\text{-}ClCH_2C_6H_4CH_2C(CH_3)_3$ (xii) $o\text{-}Br\text{-}C_6H_4CH(CH_3)CH_2CH_3$

10.2 مندرجہ ذیل مرکبات کے IUPAC نام لکھیے:

(i) $CH_3CH(Cl)CH(Br)CH_3$ (ii) $CHF_2CBrClF$

(iii) $ClCH_2C{\equiv}CCH_2Br$ (iv) $(CCl_3)_3CCl$

(v) $CH_3C(p\text{-}ClC_6H_4)_2CH(Br)CH_3$ (vi) $(CH_3)_3CCH{=}CClC_6H_4I\text{-}p$

10.3 مندرجہ ذیل نامیاتی ہیلوجن مرکبات کی ساختیں لکھیے:

(i) 2-کلورو-3-میتھائل پینٹین (2-Chloro-3-methylpentane)

(ii) p-برومو کلورو بینزین (p-Bromochlorobenzene)

(iii) 1-کلورو-4-ایتھائل سائکلو ہیکسین (1-Chloro-4-ethylcyclohexane)

(iv) 2-(2-کلوروفنائل)-1-آیوڈو آکٹین [2-(2-Chlorophenyl)-1-iodooctane]

(v) پرفلورو بینزین (Perfluorobenzene)

(vi) 4-ٹرٹ-سیکنڈری-3-آیوڈو ہیپٹین (4-tert-Butyl-3-iodoheptane)

(vii) 1-برومو-4-سیکنڈری-بیوٹائل-2-میتھائل بینزین (1-Bromo-4-sec-butyl-2-methylbenzene)

(viii) 1،4-ڈائی برومو بیوٹ-2-این (1,4-Dibromobut-2-ene)

10.4 مندرجہ ذیل میں سے کس کا ڈائی پول مومنٹ سب سے زیادہ ہے؟

(i) CH_2Cl_2 (ii) $CHCl_3$ (iii) CCl_4

10.5 ایک ہائڈروکاربن C_5H_{10} اندھیرے میں کلورین کے ساتھ تعامل نہیں کرتا لیکن تیز سورج کی روشنی میں واحد مونو کلورو مرکب C_5H_9Cl بناتا ہے۔ ہائڈروکاربن کی شناخت کیجیے۔

10.6 اس مرکب کے آئسومر لکھیے جس کا فارمولہ C_4H_9Br ہے۔

10.7 مندرجہ ذیل 1-آیوڈو بیوٹین بنانے کے لیے تعاملات لکھیے۔

(i) 1-بیوٹانل (ii) 1-کلورو بیوٹین (iii) بیوٹ-1-این

10.8 ایمیڈ ینٹ نیوکلیوفائل کیا ہیں؟ مثال کے ذریعہ وضاحت کیجیے۔

10.9 مندرجہ ذیل جوڑوں میں سے کون سا مرکب OH کے ساتھ تیزی سے S_N2 تعامل انجام دے گا؟

(i) CH_3Br یا CH_3I (ii) $(CH_3)_3CCl$ یا CH_3Cl

10.10 ایتھنال میں سوڈیم ایتھوکسائڈ کے ساتھ مندرجہ ذیل ہیلائڈوں کے ڈی ہائڈروہیلوجینیشن کے نتیجے میں بننے والے تمام الکین (Alkene) کی پیشن گوئی کیجیے اور اہم الکین (Alkene) کی شناخت کیجیے۔

(i) 1-برومو-1-میتھائل سائکلو ہیکسین (1-Bromo-1-methylcyclohexane)

(ii) 2-کلورو-2-میتھائل بیوٹین (2-Chloro-2-methylbutane)

(iii) 2،2،3-ٹرائی میتھائل-3-بروموپینٹین (2,2,3-Trimethyl-3-bromopentane)

10.11 آپ مندرجہ ذیل تبدیلیاں کس طرح انجام دیں گے؟

(i) ایتھنال کی بیوٹ-1-آئن میں (Ethanol to but-1-yne)

(ii) ایتھین کی بروموایتھین میں (Ethane to bromoethene)

(iii) پروپین کی 1-نائٹروپروپین میں (Propene to 1-nitropropane)

(iv) ٹولوئین کی بینزائل الکحل میں (Toluene to benzyl alcohol)

(v) پروپین کی پروپائن میں (Propene to propyne)

(vi) ایتھنال کی ایتھائل فلورائڈ میں (Ethanol to ethyl fluoride)

(vii) بروموميتھين کی پروپینان میں (Bromomethane to propanone)

(viii) بیوٹ-1-این کی بیوٹ-2-این میں (But-1-ene to but-2-ene)

(ix) 1-کلوروبیوٹین کی n-آکٹین میں (1-Chlorobutane to n-octane)

(x) بینزین کی بائی فنائل میں (Benzene to biphenyl)

10.12 مندرجہ ذیل وجوہات کی تشریح کیجیے:

(i) کلوروبینزین کا ڈائی پول مومنٹ سائکلوہیکسائل کلورائڈ سے کم ہے۔

(ii) الکائل ہیلائڈ حالانکہ قطبی ہیں مگر پانی میں حل پذیر نہیں ہیں۔

(iii) گرگنارڈ ریجنٹ کو نابیدہ حالات میں ہی تیار کیا جانا چاہیے۔

10.13 فری آن 12، DDT، کاربن ٹیٹرا کلورائڈ اور آیوڈوفارم کے استعمال لکھیے۔

10.14 مندرجہ ذیل تعاملات میں اہم نامیاتی ماحصل کی ساخت لکھیے۔

(i) $CH_3CH_2CH_2Cl + NaI \xrightarrow[\text{حرارت}]{\text{ایسیٹون}}$

(ii) $(CH_3)_3CBr + KOH \xrightarrow[\text{حرارت}]{\text{ایتھنال}}$

(iii) $CH_3CH(Br)CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow{\text{پانی}}$

(iv) $CH_3CH_2Br + KCN \xrightarrow{\text{آبی ایتھنال}}$

$C_6H_5ONa + C_2H_5Cl \longrightarrow$ (v)

$CH_3CH_2CH_2OH + SOCl_2 \longrightarrow$ (vi)

$CH_3CH_2CH = CH_2 + HBr \xrightarrow{\text{پرآکسائڈ}}$ (vii)

$CH_3CH = C(CH_3)_2 + HBr \longrightarrow$ (viii)

10.15 مندرجہ ذیل تعامل کا میکانزم لکھیے:

$$nBuBr + KCN \xrightarrow{EtOH\text{-}H_2O} nBuCN$$

10.16 ہر ایک سیٹ کے مرکبات کو S_N2 ہٹاؤ کے تئیں تعاملیت کی ترتیب میں لکھیے۔

(i) 2-برومو-2-میتھائل بیوٹین، 1 برومو پینٹین، 2-برومو پینٹین

(ii) 1-برومو-3-میتھائل بیوٹین، 2-برومو-2-میتھائل بیوٹین، 2-برومو-3-میتھائل بیوٹین

(iii) 1-برومو بیوٹین، 1 برومو-2، 2-ڈائی میتھائل پروپین، 1-برومو 2 میتھائل بیوٹین، 1-برومو-3-میتھائل بیوٹین

10.17 $C_6H_5CH_2Cl$ اور $C_6H_5CHClC_6H_5$ میں سے کون آبی KOH کے ذریعہ آسانی سے ہائڈرولائز (Hydrolise) ہو جائے گا؟

10.18 p-ڈائی کلورو بینزین کا نقطۂ گداخت اور حل پذیری آرتھو اور آئسومر کے مقابلے زیادہ ہے۔ بحث کیجیے۔

10.19 مندرجہ ذیل تبدیلیاں کس طرح انجام دی جا سکتی ہیں؟

(i) پروپین کی پروپین-1-اول میں

(ii) ایتھنال کی بیوٹ-1-این میں

(iii) 1-بروموپروپین کی 2-بروموپروپین میں

(iv) ٹولوئین کی بینزائل الکحل میں

(v) بینزین کی 4-بروموناٹروبینزین میں

(vi) بینزائل الکحل کی 2-فنائل ایتھنا نک ایسڈ میں

(vii) ایتھنال کی پروپین نائٹرائل میں

(viii) اینیلین کی کلوروبینزین میں

(ix) 2-کلوروبیوٹین کی 3، 4-ڈائی میتھائل ہیکسین میں

(x) ایتھائل کلورائڈ کی پروپینا نک ایسڈ میں

(xi) ایتھائل کلورائڈ کی پروپینا نک ایسڈ میں

(xii) بیوٹ-1-این کی n-بیوٹائل آیوڈائڈ میں

(xiii) 2-کلوروپروپین کی 1-نائٹروفینال میں

(xiv) آئسو پروپائل الکحل کی آیوڈوفارم میں

(xv) کلوروبینزین کی p-نائٹروفینال میں

(xvi) 2-بروموپروپین کی 1-بروموپروپین میں

(xvii) کلوروایتھین کی بیوٹین میں

(xviii) بینزین کی ڈائی فنائل میں

(xix) tert-بیوٹائل برومائڈ کی آئسو بیوٹائل برومائڈ

(xx) اینیلین کی فنائل آئسوسونائڈ میں

10.20 الکائل کلورائڈ آبی KOH سے تعامل کر کے الکحل بناتے ہیں لیکن الکحل KOH کی موجودگی میں اہم ماحصلات الکین (Alkenes) بنتے ہیں۔ وضاحت کیجیے۔

10.21 پرائمری الکائل ہیلائڈ C_4H_9Br (a) الکحلی KOH سے تعامل کر کے مرکب (b) کا آئسو مر ہے۔ جب (a) سوڈیم دھات سے تعامل کرتا ہے تو مرکب (d) C_8H_{18} حاصل ہوتا ہے جو اس مرکب سے مختلف ہے جو کہ n-بیوٹائل اور سوڈیم کے درمیان ہونے والے تعامل کے نتیجے میں بنتا ہے۔ (a) کا ساختی فارمولہ لکھیے اور سبھی تعاملات کی مساواتیں لکھیے۔

10.22 کیا ہوتا ہے جب:

(i) n-بیوٹائل کلورائڈ الکحلی KOH سے تعامل کرتا ہے۔

(ii) برومو بینزین خشک ایتھر کی موجودگی میں Mg سے تعامل کرتی ہے۔

(iii) کلورو بینزین کی آب پاشیدگی (Hydrolysis) کی جاتی ہے۔

(iv) ایتھائل کلورائڈ آبی KOH سے تعامل کرتا ہے۔

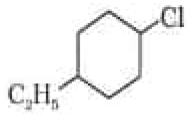
(v) میتھائل برومائل خشک ایتھر کی موجودگی میں سوڈیم کے ساتھ تعامل کرتا ہے۔

(vi) میتھائل کلورائڈ KCN سے تعامل کرتا ہے۔

متن پر مبنی سوالوں کے جواب

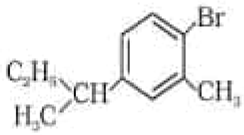
10.1

(i) $CH_3CH_2CH(CH_3)CHClCH_3$

(ii) 

(iii) $CH_3CH_2CH_2CH\,CH(I)CH_2CH_3$ (CH پر $C(CH_3)_3$ گروپ: $H_3C-C-CH_3$, CH_3)

(iv) $BrCH_2CH=CHCH_2Br$

(v) 

10.2 (i) الکحل کی الکائل آیوڈائڈ میں تبدیلی کے دوران KI کے ساتھ H_2SO_4 کا استعمال نہیں کیا جا سکتا کیونکہ یہ KI کو نظیری ایسڈ HI میں تبدیل کر دیتا ہے۔ اور پھر اس کی I_2 میں تکسید ہو جاتی ہے۔

10.3 (i) $ClCH_2CH_2CH_2Cl$ (ii) $ClCH_2CHClCH_3$

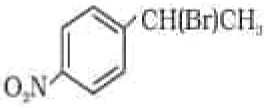
(iii) $Cl_2CHCH_2CH_3$ (iv) $CH_3CCl_2CH_3$

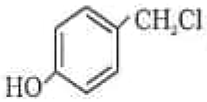
10.4 (i) $H_3C-C(CH_3)_2-CH_3$ سبھی ہائڈروجن ایٹم معادل ہیں اور کسی بھی ہائڈروجن کو ہٹانے سے ایک ہی ماحصل بنے گا۔

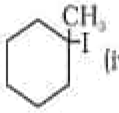
(ii) $C^aH_3C^bH_2C^cH_2C^bH_2C^aH_3$ معادل ہائڈروجن ایٹموں کو a، b اور c گروپ میں رکھا گیا ہے معادل ہائڈروجن ایٹموں کو ہٹانے سے ایک ہی ماحصل بنے گا۔

(iii) $C^aH_3C^bH(CH_3)C^cH_2C^dH_3$ اسی طرح معادل ہائڈروجن ایٹم a، b، c اور d سے ظاہر کیے گئے ہیں۔ لہذا چار آئسو میرک ماحصلات ممکن ہیں۔

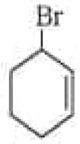
10.5 (i) 

(ii) 

(iii) 

(iv) 

(v) CH_3CH_2I

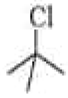
(vi) 

10.6 (i) کلورومیتھین، برومو ایتھین، ڈائی برومومیتھین، بروموفارم۔ سالماتی کمیت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ نقطۂ جوش میں اضافہ ہوتا ہے۔

10.7 (i) $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$ پرائمری ہیلائڈ ہونے کی وجہ سے کوئی بھی اسٹیرک رکاوٹ نہیں ہوگی۔

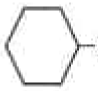
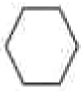
(ii) $CH_3CH_2CH(Br)CH_3$ سیکنڈری ہیلائڈ، ٹرشری ہیلائڈ کے مقابلے زیادہ تیزی سے تعامل کرتے ہیں۔

(iii) $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2Br$ ہیلائڈ گروپ کے نزدیک میتھائل گروپ کی موجودگی اسٹیرک رکاوٹ میں اضافہ کرتی ہے اور شرح گھٹ جاتی ہے۔

10.8 (i)  tert کاربوکیٹ آین کے زیادہ استحکام کی وجہ سے ٹرشری ہیلائڈ، سیکنڈری ہیلائڈ کے مقابلے زیادہ تیزی سے تعامل کرتے ہیں۔

(ii)  پرائمری کاربوکیٹ آین کے مقابلے سیکنڈری کاربوکیٹ آین کے زیادہ استحکام کی وجہ سے۔

10.9

A = –MgBr B = 

C = RMgBr R = CH_3CHCH_3 (with bond at central C)

$R' = H_3C-C(CH_3)_2-$ $D = H_3C-C(CH_3)_2-MgX$ $E = H_3C-C(CH_3)_2-H$

اکائی

11

الکحل، فینالس اور ایتھرس
(Alcohols, Phenols and Ethers)

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- IUPAC نظام تسمیہ کے تحت الکحل، فینالس اور ایتھرسوں کے نام بتا سکیں گے؛
- الکین (Alkene)، الڈیہائڈ (Aldehyde)، کیٹونس اور کاربوکسلک ایسڈ سے الکحل کی تیاری میں ملوث تعاملات سے بحث کرسکیں گے؛
- (i) ہیلو ایرینس (ii) بینزین سلفونک ایسڈ (iii) ڈائی ایزونیم نمکوں اور (iv) کیومین سے فینالس کی تیاری میں ملوث تعاملات سے بحث کرسکیں گے؛
- الکحل اور (ii) الکائل ہیلائڈوں تیز سوڈیم ایلکوکسائڈ/ ایرائل آکسائڈوں سے ایتھرس کی تیاری میں ملوث تعاملات سے بحث کرسکیں گے؛
- الکحل، فینالس اور ایتھرس کی طبیع خصوصیات اور ان کی ساختوں کے درمیان تعلق قائم کرسکیں گے؛
- تفاعلی گروپ (Functional group) کی بنیاد پر تینوں زمروں کے مرکبات کے کیمیائی تعاملات سے بحث کرسکیں گے؛

ڈٹرجنٹ، اینٹی سیپٹک اور خوشبوئیں **(Fragrances)** بنانے کے لیے بالترتیب الکحل فینالس اور ایتھرس بنیادی مرکبات ھیں۔

آپ مطالعہ کر چکے ہیں کہ کسی ہائڈروکاربن ایٹم/ ایٹموں کو کسی دوسرے ایٹم یا ایٹموں کے گروپ سے بدلنے پر ایک نئے مرکب کی تشکیل ہوتی ہے جس کی خصوصیات اور استعمال مختلف ہوتے ہیں۔ جب کسی ایلیفیٹک اور ایرومیٹک ہائڈروکاربن کے ہائڈروجن ایٹم کو OH- گروپ سے بدل دیا جاتا ہے تو بالترتیب الکحل (alcohol) اور فینالس حاصل ہوتے ہیں۔ مرکبات کے ان زمروں کا صنعت اور روز مرہ کی زندگی میں کافی استعمال ہے۔ مثال کے طور پر کیا آپ نے کبھی نوٹ کیا ہے کہ لکڑی کے فرنیچر کی پالش میں استعمال ہونے والا عام اسپرٹ خاص طور سے ہائڈراکسل گروپ استھنال پر مشتمل مرکب ہے۔ چینی جو ہم کھاتے ہیں، کپڑے بنانے میں استعمال ہونے والی کپاس، کاغذ جس پر ہم لکھتے ہیں یہ بھی OH- گروپ پر مشتمل مرکبات ہیں۔ ذرا کاغذ کے بغیر دنیا کا تصور کیجیے، نوٹ بک، کتابیں، اخبار، کرنسی نوٹ، چیک، سرٹیفکیٹ وغیرہ کچھ بھی نہیں ہوتا۔ خوبصورت فوٹوگراف اور دل چسپ کہانیوں سے مزین رسالے یہ سب ہماری زندگی میں نہیں ہوتے۔ یہ حقیقت میں ایک بالکل مختلف دنیا ہوتی۔

الکحل، ایلیفیٹک سسٹم (CH_3OH) کے کاربن ایٹم/ ایٹموں سے براہ راست منسلک ایک یا زیادہ ہائڈراکسل گروپ پر مشتمل ہوتا ہے جبکہ فینالس ایرومیٹک سسٹم (C_6H_5OH) کے کاربن ایٹم/ ایٹموں سے براہ راست منسلک OH- گروپوں پر مشتمل ہوتا ہے۔

ہائڈروکاربن کے ہائڈروجن ایٹم کو کسی ایلکوکسی (Alkoxy) یا ایریل آکسی (Aryloxy) گروپ (R-O/Ar-O) سے بدلنے پر مرکبات کا ایک اور زمرہ وجود میں آتا ہے جسے ایتھرس (Ethers) کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر CH_3OH_3 (ڈائی میتھائل ایتھرس)۔ آپ یہ بھی دیکھ سکتے ہیں کہ ایتھرس کو مرکب کے طور پر الکحل یا فینالس کے ہائڈراکسل گروپ کے ہائڈروجن ایٹم کو الکائل یا ایرائل گروپ سے تبدیل کر کے بنایا جاتا ہے۔

اس اکائی میں ہم مرکبات کے تین زمروں کی کیمسٹری پر بحث کریں گے جن کے نام ہیں: الکحل، فینالس اور ایتھرس۔

11.1 درجہ بندی (Classification)

مرکبات کی درجہ بندی سے ان کا مطالعہ باقاعدہ اور آسان ہو جاتا ہے لہٰذا آیئے پہلے یہ سیکھیں کہ الکحل، فینالس اور ایتھرس کی درجہ بندی کس طرح کی جاتی ہے؟

11.1.1 مونو، ڈائی، ٹرائی یا پالی ہائڈرک الکحلس (Mono, Di, Tri or Polyhydric alcohols)

الکحل کی درجہ بندی مونو، ڈائی، ٹرائی یا پالی ہائڈرک مرکبات کے طور پر کی جاسکتی ہے جس کا انحصار اس بات پر ہوتا ہے کہ آیا ان کی ساختوں میں بالترتیب ایک، دو، تین یا کثیر ہائڈراکسل گروپ موجود ہیں جیسا کہ ذیل میں دیا گیا ہے:

C_2H_5OH — مونو ہائڈرک

CH_2OH–CH_2OH — ڈائی ہائڈرک

CH_2OH–$CHOH$–CH_2OH — ٹرائی ہائڈرک

مونو ہائڈرک الکحل کی مزید درجہ بندی اس کاربن کی مخلوطیت کے مطابق کی جاسکتی ہے جس سے ہائڈراکسل گروپ منسلک ہے۔

(i) $C_{sp^3}-OH$ بانڈ پر مشتمل مرکبات: الکحل کے اس زمرے میں OH گروپ الکائل گروپ کے sp^3 مخلوط شدہ کاربن ایٹم سے منسلک ہوتا ہے۔ ان کی مزید درجہ بندی ذیل میں دی جارہی ہے۔

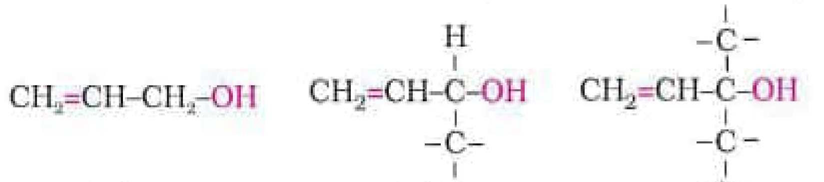
پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری الکحل: ان تینوں قسم کے الکحل میں OH گروپ بالترتیب پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری کاربن ایٹم سے منسلک ہوتا ہے۔ جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے:

$-CH_2-OH$ پرائمری (1°)

$>CH-OH$ سیکنڈری (2°)

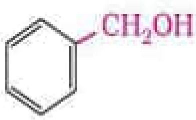
$>C-OH$ ٹرشری (3°)

ایلیلک الکحل: ان الکحل میں OH گروپ کاربن-کاربن ڈبل بانڈ سے اگلے sp^3 مخلوط شدہ کاربن ایٹم یعنی ایلیلک کاربن سے منسلک ہوتا ہے۔ مثلاً

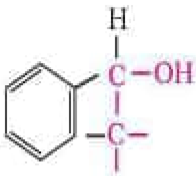


پرائمری — سیکنڈری — ٹرشری

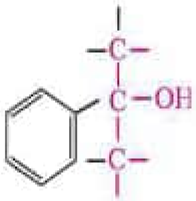
بینزائلک الکحل: ان الکحل میں OH گروپ ایرومیٹک رنگ سے اگلے sp^3 مخلوط شدہ کاربن ایٹم سے منسلک ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر



پرائمری



سیکنڈری



ٹرشری

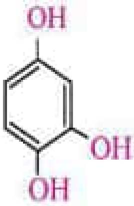
ایلیلک اور بینزائلک الکحل پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری ہو سکتے ہیں۔

(ii) $C_{sp^2}-OH$ بانڈ پر مشتمل مرکبات: ان الکحل میں OH گروپ کاربن - کاربن ڈبل بانڈ یعنی ونائل کاربن یا ایرائل کاربن سے منسلک ہوتا ہے۔ یہ الکحل ونائلک الکحل بھی کہلاتے ہیں۔

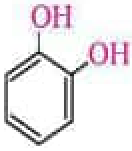
ونائلک الکحل: $CH_2=CH-OH$ بانڈ پر مشتمل مرکبات: ان الکحل میں OH گروپ کاربن - کاربن ڈبل بانڈ یعنی ونائل کاربن یا ایرائل کاربن سے منسلک ہوتا ہے۔ یہ الکحل ونائلک الکحل بھی کہلاتے ہیں۔

ونائلک الکحل: $CH_2=CH-OH$

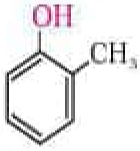
11.1.2 فنولس— مونو، ڈائی اور ٹرائی ہائڈرک فنولس (Phenols—Mono, Diand trihydric phenols)



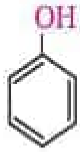
ٹرائی ہائڈرک



ڈائی ہائڈرک



مونو ہائڈرک



مونو ہائڈرک

11.1.3 ایتھرس (Ethers)

ایتھرس کی درجہ بندی سادہ (Simple) اور **متشاکل** (Symmetrical) کے طور پر کی جاتی ہے اگر آکسیجن سے منسلک الکائل یا ایرائل گروپ یکساں ہیں۔ اگر دونوں گروپ مختلف ہیں تو یہ **مکسڈ** (Mixed) یا **غیر متشاکل** (unsymmetrical) کہلاتے ہیں۔ $C_2H_5OC_2H_5$ ایک متشاکل ایتھرس ہے جبکہ $C_2H_5OC_6H_5$ غیر متشاکل ایتھرس ہیں۔

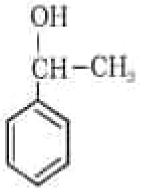
متن پر مبنی سوالات

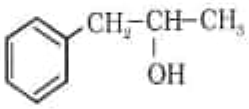
11.1 مندرجہ ذیل کی درجہ بندی پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری الکحل کے تحت کیجیے:

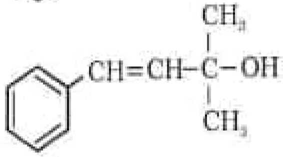
(i) $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2OH$ (i.e. $CH_3-\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{\displaystyle CH_3}{C}}-CH_2OH$)

(ii) $H_2C=CH-CH_2OH$

(iii) $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

(iv)


(v)


(vi)


11.2 مذکورہ بالا مثالوں میں ایلیلک الکحل کی شناخت کیجیے۔

11.2 تسمیہ (Nomenclature)

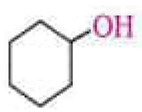
(a) الکحلس (Alcohals): الکحل کے عام نام کو الکائل گروپ کے عام نام میں الکحل جوڑ کر اخذ کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر CH_3OH میتھائل الکحل ہے۔

IUPAC نظام کے مطابق (اکائی 12، کلاس XI) الکحل کا نام اس الکین (Alkane) کے حرف 'e' کو 'ol' سے بدل کر دیا جاتا ہے جس سے الکحل مشتق ہے۔ Substituents کی پوزیشن کو عدد سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کے لیے سب سے لمبی کاربن زنجیر (Parent chain) کی نمبر سازی اس طرف سے کی جاتی ہے جس طرف سے ہائڈراکسل گروپ نزدیک ہوتا ہے۔ OH گروپ اور دیگر Substituent ان کاربن ایٹموں کے نمبر سے ظاہر کیے جاتے ہیں جن سے یہ منسلک ہیں۔ پالی ہائڈرک الکحل کا نام لکھتے وقت الکین (Alkane) کے حرف 'e' کو برقرار رکھتے ہیں اور 'ol' جوڑ دیتے ہیں OH گروپوں کا نمبر ضربی سابقہ ڈائی (di)، ٹرائی (tri) وغیرہ کو 'ol' سے پہلے لگا کر ظاہر کیا جاتا ہے۔ OH گروپوں کی پوزیشن کو مناسب 'locants' کے ذریعہ ظاہر کرتے ہیں۔ مثلاً $HO-CH_2-CH_2-OH$ کا نام Ethane - 1, 2 - diol ہے۔ جدول 11.1 میں کچھ الکحل کے عام نام اور IUPAC نام دیے گئے ہیں۔

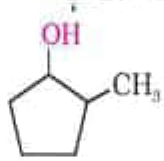
جدول 11.1 کچھ الکحل کے عام اور IUPAC نام

مرکبات	عام نام	IUPAC نام
CH_3-OH	میتھائل الکحل	میتھانال
$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	n-پروپائل الکحل	پروپین-1-آل
$CH_3-CH(OH)-CH_3$	آئسو پروپائل الکحل	پروپین-2-آل
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	n-بیوٹائل الکحل	بیوٹین-1-آل
$CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$	سیکنڈری بیوٹائل الکحل	بیوٹین-2-آل
$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$	آئسو بیوٹائل الکحل	2-میتھائل پروپین-1-آل
$CH_3-C(CH_3)_2-OH$	ٹرشری بیوٹائل الکحل	2-میتھائل پروپین-2-آل
$HO-H_2C-CH_2-OH$	ایتھائلین گلائکول	ایتھین-1,2-ڈائی آل
$CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$	گلسرال	پروپین-1،2،3-ٹرائی آل

سائکلک الکحل کے نام سابقہ سائکلو (Cyclo) لگا کر رکھے جاتے ہیں اور یہ تصور کیا جاتا ہے کہ OH— گروپ C-1 کاربن سے منسلک ہے۔

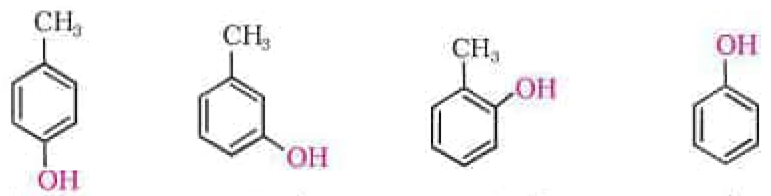


سائیکلوہیکسانال



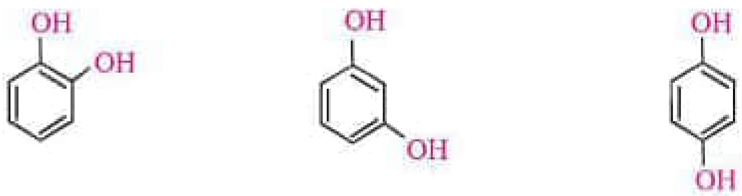
2-میتھائل سائکلوپینٹانال

(b) **فینالس** (Phenols): بینزین کے سادہ ترین ہائڈراکسی مشتق فینالس ہیں۔ یہ اس کا عام نام ہے اور قابل قبول IUPAC نام بھی ہے۔ فینالس کی ساخت میں بینزین رنگ ہوتا ہے اس لیے اس کے بدل مرکبات کے عام ناموں میں اصطلاحات آرتھو (1,2-disubsituted)، میٹا (1,3-disubsituted) اور پیرا (1,4-disubsituted) کا عام طور سے استعمال کیا جاتا ہے۔



	فینالس	o-کریسول	m-کریسول	p-کریسول
عام نام	فینالس	o-کریسول	m-کریسول	p-کریسول
IUPAC نام	فینالس	2-میتھائل فینالس	3-میتھائل فینالس	4-میتھائل

بینزین کے ڈائی ہائڈراکسی مشتق -1,2، -1,3 اور 1, 4-benzenediol کہلاتے ہیں۔

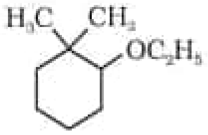


عام نام	ہائڈروکینون یا کیونال	ریسوآرسینال	کیٹیکال
IUPAC نام	بینزین-1،4-ڈائی آل	بینزین-1،3-ڈائی آل	بینزین 1،2-ڈائی آل

(c) **ایتھرس** (Ethers): ایتھرس کے عام نام علاحدہ علاحدہ لکھے ہوئے الکائل ایرائل گروپوں سے اخذ کیے جاتے ہیں جنھیں انگریزی کے حرف تہجی کے لحاظ سے لکھا جاتا ہے اور آخر میں 'ether' جوڑ دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر $CH_3OC_2H_5$ ایتھائل میتھائل ایتھرس ہے۔

جدول **11.2** کچھ ایتھرس کے عام اور **IUPAC** نام

مرکب	عام نام	IUPAC نام
CH_3OCH_3	ڈائی میتھائل ایتھر	میتھاکسی میتھین
$C_2H_5OC_2H_5$	ڈائی ایتھائل ایتھر	ایتھاکسی ایتھین
$CH_3OCH_2CH_2CH_3$	میتھائل n-پروپائل ایتھر	1-میتھاکسی پروپین
$C_6H_5OCH_3$	میتھائل فینائل ایتھر (اینی سول)	میتھاکسی بینزین (اینی سول)
$C_6H_5OCH_2CH_3$	ایتھائل فنائل ایتھر (فینیٹول)	ایتھاکسی بینزین

$C_6H_5O(CH_2)_6-CH_3$	ہیپٹائل فنائل ایتھر	1-فینوکسی ہیپٹین
$CH_3O-CH(CH_3)-CH_3$	میتھائل آئسو پروپائل ایتھر	2-میتھاکسی پروپین
$C_6H_5-O-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$	فینائل آئسو پینٹائل ایتھر	3-میتھائل بیوٹاکسی بینزین
$CH_3-O-CH_2-CH_2-OCH_3$	—	2،1-ڈائی میتھاکسی ایتھین
	—	2-ایتھاکسی-1،1-ڈائی میتھائل سائیکلو ہیکسین

اگر دونوں الکائل گروپ یکساں ہیں تو الکائل گروپ سے پہلے سابقہ ڈائی (di) جوڑ دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر $C_2H_5OC_2H_5$ ڈائی ایتھائل ایتھرس ہے۔

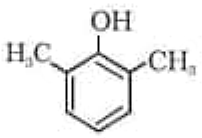
IUPAC نظام تسمیہ کے مطابق ایتھرس ایسے ہائڈروکاربن مشتق ہیں جن میں ہائڈروجن ایٹم کو –OR– یا –OAr— گروپ سے بدل دیا جاتا ہے۔ جہاں R اور Ar بالترتیب الکائل اور ایرائل گروپوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ بڑے R گروپ کو پدری ہائڈروکاربن کے طور پر منتخب کیا جاتا ہے۔ کچھ ایتھرس کے نام جدول 11.2 میں دیے گئے ہیں۔

مثال 11.1 مندرجہ ذیل مرکبات کے IUPAC نام لکھیے۔

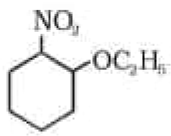
(i) $CH_3-CH(Cl)-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_2OH$

(ii) $CH_3-CH(CH_3)-O-CH_2CH_3$

(iii)



(iv)



حل

(i) 4-کلورو-3،2-ڈائی میتھائل پینٹین-1-آل

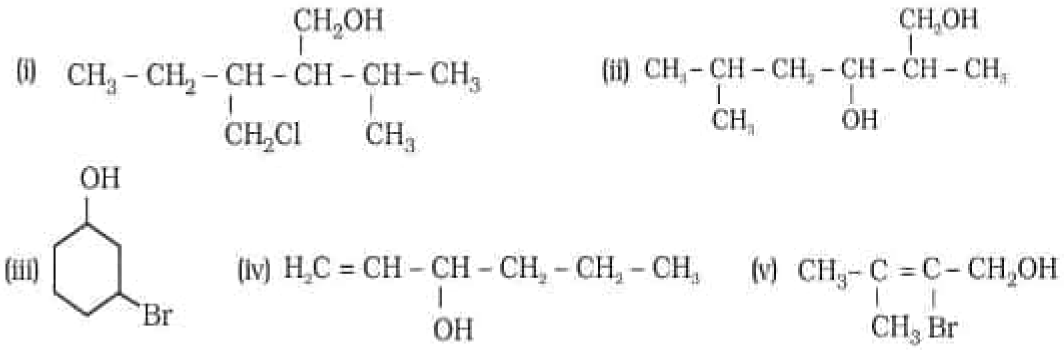
(ii) 2-ایتھوکسی پروپین

(iii) 2،6-ڈائی میتھائل فینال

(iv) 1-ایتھاکسی-2-نائٹروسائیکلو ہیکسین

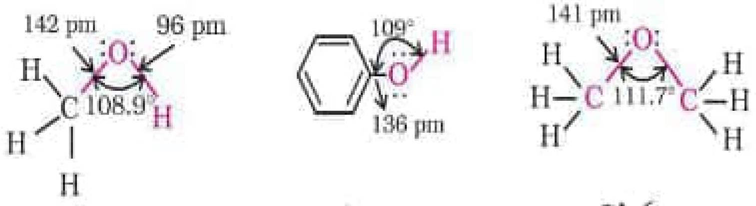
متن پر مبنی سوالات

11.3 مندرجہ ذیل مرکبات کے نام IUPAC نظام کے تحت لکھیے۔



11.3 تفاعلی گروپوں کی ساختیں (Structures of Functional Groups)

الکحل میں OH گروپ کی آکسیجن کاربن کے ساتھ سگما (σ) بانڈ کے ذریعہ منسلک رہتی ہے یہ بانڈ، کاربن کے sp^3 مخلوط شدہ اربٹل اور آکسیجن کے sp^3 مخلوط شدہ اربٹل کے انطباق کے نتیجے میں بنتا ہے۔ میتھنال، فینالس اور میتھاکسی میتھین کے ساختی پہلوؤں کو شکل 11.1 میں دکھایا گیا ہے۔



میتھنال　　فینالس　　میتھاکسی میتھین

شکل 11.1 میتھنال، فینالس اور میتھاکسی میتھین کی ساختیں

الکحل میں بانڈ زاویہ  ٹیٹرا ہیڈرل زاویہ (109-28) سے تھوڑا سا کم ہوتا ہے۔ آکسیجن کے بغیر ساجھے کے الیکٹران جوڑوں کے درمیان دافع (Repulsion) اس کا سبب ہے۔ فینالس میں OH گروپ ایرومیٹک رنگ کے sp^2 مخلوط شدہ کاربن سے منسلک ہوتا ہے۔ فینالس میں کاربن- آکسیجن بانڈ کی لمبائی (136 pm) میتھنال کے مقابلے تھوڑی سی کم ہوتی ہے۔ اس کی وجہ ہے (i) ایرومیٹک رنگ کے ساتھ آکسیجن کے بغیر ساجھے کے الیکٹران جوڑوں کی جفتہ سازی کی وجہ سے جزوی ڈبل بانڈ خصوصیت (سیکشن 11.4.4) اور (ii) اس کاربن کی sp^2 مخلوط شدہ حالت جس سے آکسیجن منسلک ہے۔

ایتھرس میں آکسیجن پر چار الیکٹران جوڑے یعنی دو بانڈ جوڑے اور دو لون جوڑے تقریباً ٹیٹرا ہیڈرل ترتیب میں ہوتے ہیں۔ بانڈ زاویہ دو جسیم (-R) گروپوں کے درمیان دافع باہمی عمل کی وجہ سے ٹیٹرا ہیڈرل زاویہ سے تھوڑا بڑا ہوتا ہے۔ C–O بانڈ لمبائی (141 pm) الکحل کے تقریباً برابر ہوتی ہے۔

11.4 الکحل اور فینالس (Alcohols and Phenols)

11.4.1 الکحل کی تیاری

الکحل مندرجہ ذیل طریقوں سے تیار کیے جاتے ہیں:

I. الیکنس سے (From alkenes)

(i) **ایسڈ کیٹلائزڈ ہائڈریشن کے ذریعے :** وسیط کے طور پر تیزاب کی موجوگی میں الکینس (Alkenes) پانی سے تعامل کرکے الکحل بناتے ہیں۔ غیر متشاکل الکینس کے معاملے میں جمع تعامل مارکونی کوف قاعدہ کے مطابق ہوتا ہے (اکائی 13، کلاس XI)۔

$$>C=C< + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} >\underset{H}{C}-\underset{OH}{C}<$$

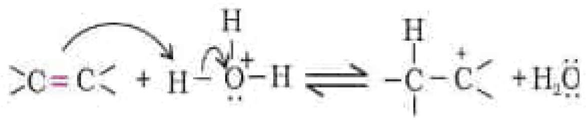
$$CH_3CH=CH_2 + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3-\underset{OH}{CH}-CH_3$$

میکانزم (Mechanism)

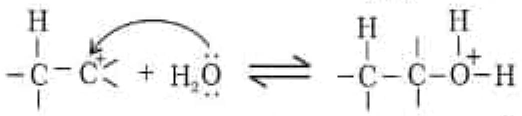
تعامل کا میکانزم مندرجہ ذیل مراحل پر مشتمل ہے:

مرحلہ 1: H_3O^+ کے الیکٹروفلک حملہ کے ذریعہ الکین (Alkene) کے پروٹونیشن سے کاربوکیٹ آین کی تشکیل۔

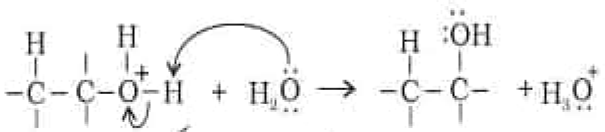
$$H_2O + H^+ \rightarrow H_3O^+$$



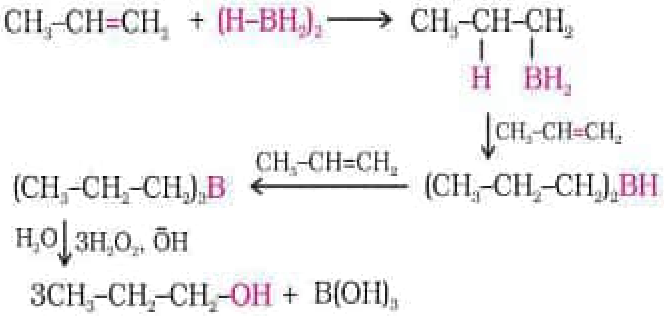
مرحلہ 2: کاربوکیٹ آین پر پانی کا حملہ۔



مرحلہ 3: الکحل بنانے کے لیے ڈی پروٹونیشن (Deprotonation)



(ii) **ہائڈروبوریشن – تکسید کے ذریعے :** ڈائی بورین $(BH_3)_2$ الکینس (Alkenes) کے ساتھ تعامل کرکے جمعی ماحصل کے طور پر ٹرائی الکائل بورین بناتی ہے۔ آبی سوڈیم ہائڈراکسائڈ کی موجودگی میں ہائڈروجن پرآکسائڈ کے ذریعہ اس کی الکحل میں تکسید ہوجاتی ہے۔



Propan-1-ol

ہائڈروبوریشن تکسید کو سب سے پہلے 1959 میں HC براؤن نے پیش کیا۔ بورون پر مشتمل نامیاتی مرکبات کے مطالعہ کے لیے انہیں G.Wittig کے ساتھ مشترکہ طور پر کیمسٹری کے 1979 کے نوبل انعام سے نوازا گیا۔

ڈبل بانڈ سے بورین کی جمع اس انداز سے ہوتی ہے کہ بوران ایٹم سب سے زیادہ ہائڈروجن ایٹموں والے sp^2 کاربن سے منسلک ہو جاتی ہے۔ بننے والا الکحل اس طرح نظر آتا ہے کہ جیسے اسے مارکونی کوف کے قاعدہ کے برخلاف الکین (Alkene) کے ساتھ پانی کی جمع کے ذریعہ بنایا گیا ہو۔ اس تعامل میں الکحل کی اچھی پیداوار ہوتی ہے۔

2. کاربونل مرکبات سے (From carbonyl compounds):

(i) **الڈیہائڈ اور کیٹون کی تحویل کے ذریعہ :** الڈیہائڈ اور کیٹون وسیط کی موجودگی میں ہائڈروجن کی جمع کے ذریعہ نظیری الکحل میں تحویل ہو جاتے ہیں۔ (وسیطی ہائڈروجینیشن)۔ عام طور سے استعمال میں آنے والے وسیط پلیٹینم، پیلیڈیم یا نکل جیسی دھاتیں ہیں جو باریک پاؤڈر کی شکل میں استعمال کی جاتی ہیں۔ اسے الڈیہائڈ یا کیٹون کا سوڈیم بوروہائڈرائڈ ($NaBH_4$) یا لیتھیم ایلیومنیم ہائڈرائڈ ($LiAlH_4$) سے تعامل کر کے بھی بنایا جاتا ہے۔ الڈیہائڈ پرائمری الکحل بناتے ہیں اور کیٹون سیکنڈری الکحل بناتے ہیں۔

$$RCHO + H_2 \xrightarrow{Pd} RCH_2OH$$

$$RCOR' \xrightarrow{NaBH_4} R-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-R'$$

(ii) **کاربوکسلک ایسڈ اور ایسٹر کی تحویل کے ذریعہ :** لیتھیم ایلیومنیم ہائڈرائڈ (جو کہ ایک قوی تحویلی ایجنٹ ہے) کے ذریعہ کاربوکسلک ایسٹر کی تحویل کے نتیجے میں پرائمری الکحل کی اچھی پیداوار ہوتی ہے۔

$$RCOOH \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } LiAlH_4} RCH_2OH$$

تیر کے نشان کے ہمراہ ریجنٹ کے سامنے لکھے ہوئے اعداد یہ ظاہر کرتے ہیں کہ دوسرا ریجنٹ اسی وقت ملایا جاتا ہے جب پہلے ریجنٹ کے ساتھ تعامل مکمل ہو جاتا ہے۔

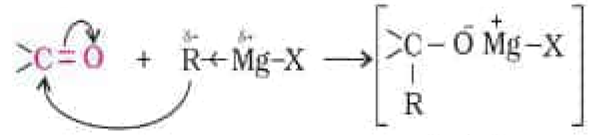
تاہم $LiAlH_4$ ایک مہنگا ریجنٹ ہے اور اسی لیے اس کا استعمال صرف مخصوص قسم کے کیمیکل کو بنانے میں کیا جاتا ہے۔ صنعتی پیمانے پر ایسڈوں کی الکحل میں تحویل کے لیے پہلے ایسڈوں کو ایسٹر میں تبدیل کیا جاتا ہے (سیکشن 11.4.4) اس کے بعد ہائڈروجن کے استعمال سے وسیط کی موجودگی میں ان کی تحویل کی جاتی ہے (وسیطی ہائڈروجنیشن)

$$RCOOH \xrightarrow[H^+]{R'OH} RCOOR' \xrightarrow[\text{Catalyst}]{H_2} RCH_2OH + R'OH$$

3. گرگنارڈ ریجنٹ سے (From Grignard reagents)

گرگنارڈ ریجنٹ (اکائی 10، کلاس XII) کے الڈیہائڈ اور کیٹون کے ساتھ تعامل کے ذریعہ الکحل تیار کیے جاتے ہیں۔

تعامل کے پہلے مرحلہ میں گرگنارڈ ریجنٹ کاربونل گروپ کے ساتھ جمع ہو جاتا ہے اور جمعی ماحصل (Adduct) بناتا ہے۔ جمعی ماحصل کی آب پاشیدگی (Hydrolysis) سے الکحل حاصل ہوتا ہے۔

(i)... 

Adduct

(ii)... $\xrightarrow{H_2O} \; >C(R)-OH + Mg(OH)X$

مکمل تعامل جس میں مختلف الڈیہائڈ اور کیٹون کا استعمال کیا گیا ہے مندرجہ ذیل ہے:

$$HCHO + RMgX \rightarrow RCH_2OMgX \xrightarrow{H_2O} RCH_2OH + Mg(OH)X$$

$$RCHO + R'MgX \longrightarrow R{-}CH(R'){-}OMgX \xrightarrow{H_2O} R{-}CH(R'){-}OH + Mg(OH)X$$

$$RCOR + R'MgX \longrightarrow R{-}C(R')(R){-}OMgX \xrightarrow{H_2O} R{-}C(R')(R){-}OH + Mg(OH)X$$

گرگنارڈ ریجنٹ کے ساتھ میتھنل کے تعامل سے پرائمری الکحل حاصل ہوتا ہے۔ دوسرے الڈیہائڈ کے ساتھ سیکنڈری الکحل اور کیٹون کے ساتھ ٹرشری الکحل حاصل ہوتا ہے۔

مثال 11.2

مندرجہ ذیل تعاملات کے نتیجے میں بننے والے ماحصلات کے IUPAC نام اور ساختیں لکھیے۔

(a) بیوٹانل (Butanal) کی وسیلی تحویل۔

(b) ڈائی لیوٹ سلفیورک ایسڈ کی موجودگی میں پروپین (Propene) کا ہائڈریشن۔

(c) پروپینان (Propanone) کا میتھائل میگنیشیم برومائڈ کے ساتھ تعامل اور اس کے بعد آب پاشیدگی۔

حل

(a) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ بیوٹین-1-آل

(b) $CH_3-CH(OH)-CH_3$ پروپین-2-آل

(c) $CH_3-C(CH_3)_2-OH$ 2-میتھائل پروپین-2-آل

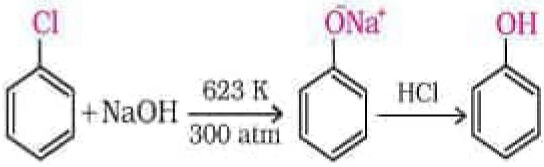
11.4.2 فینالس کی تیاری (Preparation of Phenols)

آپ نوٹ کریں گے کہ تعامل میں میتھنل کے ساتھ پرائمری الکحل، دوسرے الڈیہائڈ کے ساتھ سیکنڈری الکحل اور کیٹون کے ساتھ ٹرشری الکحل بنتا ہے۔

فینالس جسے کاربولک ایسڈ بھی کہا جاتا ہے، سب سے پہلے انیسویں صدی کے اوائل میں کول ٹار سے حاصل کیا گیا تھا۔ آج کل فینالس کو صنعتی پیمانے پر تالیف کیا جاتا ہے۔ تجربہ گاہ میں فینالس کو مندرجہ ذیل کسی بھی طریقے کے ذریعہ بینزین مشتقوں سے تیار کیا جاتا ہے۔

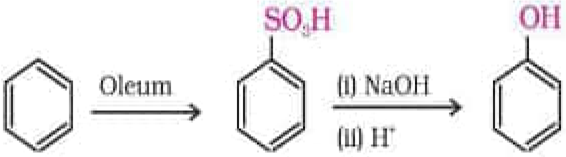
1. **ہیلو ایرینس (Haloarenes) سے:**

320 atm دباؤ اور 623 K درجۂ حرارت پر کلورو بینزین کا NaOH کے ساتھ گداخت کیا جاتا ہے۔ اس طرح حاصل ہونے والے سوڈیم فینوآکسائڈ کی تیزاب کاری (Acidification) سے فینالس حاصل ہوتا ہے (اکائی 10، کلاس XII)۔



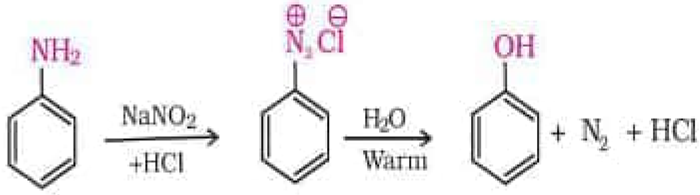
2. بینزین سلفونک ایسڈ (Benzenesulphonic Acid) سے :

بینزین کو اولیم کے ساتھ سلفونیٹڈ کیا جاتا ہے اور اس طرح حاصل ہونے والے بینزین سلفونک ایسڈ کو پگھلے ہوئے سوڈیم ہائڈراکسائڈ کے ساتھ گرم کر کے سوڈیم فینو آکسائڈ میں تبدیل کیا جاتا ہے۔



3. ڈائی ایزونیم نمک (Diazonium salts) سے :

ایرومیٹک پرائمری امین کو نائٹرس میں ایسڈ ($NaNO_2$ + HCl) کے ساتھ 273 - 278 K پر گرم کر کے ڈائی ایزونیم نمک بنایا جاتا ہے۔ ڈائی ایزونیم نمکوں کو پانی کے ساتھ گرم کر کے یا ڈائی لیوٹ ایسڈوں کے ساتھ تعامل کرا کر فینالس میں ان کی آب پاشیدگی کی جاتی ہے۔



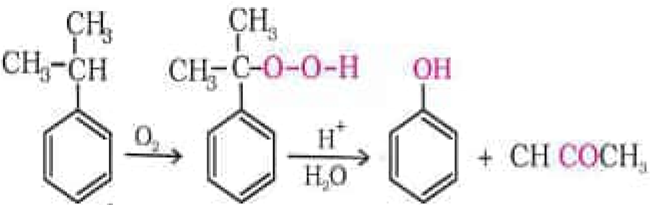
اینیلین

بینزین ڈائی ایزونیم کلورائڈ

پوری دنیا میں فینالس کو زیادہ تر کیومین سے تیار کیا جاتا ہے۔

4. کیومین (Cumene) سے :

فینالس کو ہائڈروکاربن، کیومین (Cumene) سے تیار کیا جاتا ہے۔ ہوا کی موجودگی میں کیومین (Isopropylbenzene) کی کیومین ہائڈروپرآکسائڈ میں تکسید کی جاتی ہے۔ ڈائی لیوٹ ایسڈ کے ساتھ اس کے تعامل سے فینالس اور ایسیٹون حاصل ہوتے ہیں۔ اس طریقے سے ایسیٹون کو اس تعامل کے ضمنی ماحصل کے طور پر بڑے پیمانے پر تیار کیا جاتا ہے۔



کیومین

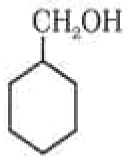
کیومین ہائڈروپرآکسائڈ

متن پر مبنی سوالات

11.4 دکھائیے کہ مندرجہ ذیل الکحل کو میتھنل (Methanal) اور مناسب گرگنارڈ ریجنٹ کے تعامل سے کس طرح تیار کیا جاتا ہے؟

(i) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$

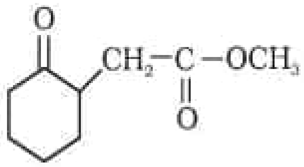
(ii)



11.5 مندرجہ ذیل تعاملات کے ماحصلات کی ساختیں لکھیے:

(i) $CH_3-CH=CH_2 \xrightarrow{H_2O/H^+}$

(ii)



$\xrightarrow{NaBH_4}$

(iii) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CHO \xrightarrow{NaBH_4}$

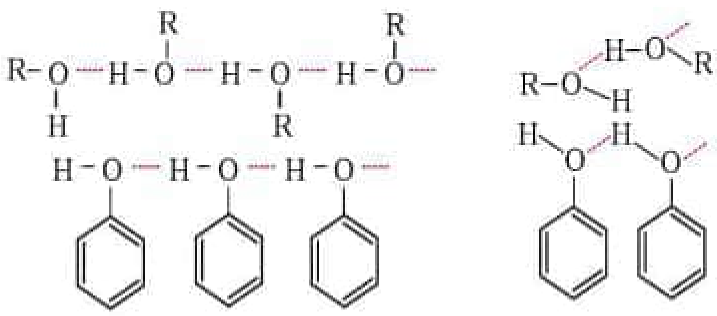
11.4.3 طبعی خصوصیات (Physical Properties)

الکحل اور فینالس دو حصوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ ایک حصہ الکائل/ایرائل گروپ ہوتا ہے اور دوسرا ہائڈراکسل گروپ۔ الکحل اور فینال کی خصوصیات خاص طور سے ہائڈراکسل گروپ کی وجہ سے ہوتی ہیں۔ الکائل اور ایرائل گروپ کی نوعیت ان خصوصیات میں ترمیم کا باعث ہوتی ہے۔

نقطۂ جوش (Boiling Points)

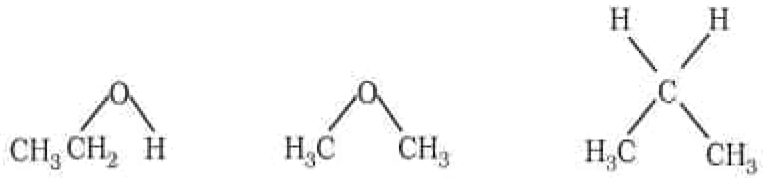
کاربن ایٹموں کی تعداد میں اضافہ کے ساتھ ساتھ الکحل اور فینالس کے نقطۂ جوش میں اضافہ ہوتا جاتا ہے (وانڈر وال قوتوں میں اضافہ) الکحل کا نقطۂ جوش کاربن زنجیر میں شاخوں کا اضافہ ہونے کے ساتھ ساتھ کم ہوتا جاتا ہے (کیونکہ سطحی رقبہ کم ہونے کے ساتھ ساتھ وانڈر وال قوتیں کم ہوتی جاتی ہیں)۔

الکحل اور فینالس میں OH گروپ بین سالماتی ہائڈروجن بندش میں ملوث ہوتا ہے جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔



یہ نوٹ کرنا دلچسپ ہوگا کہ الکحل اور فینالس کے نقطۂ جوش قابل موازنہ سالماتی کمیت والے ہائڈروکاربن، ایتھرس، ہیلوالکینس (Haloalkanes) اور ہیلو ایرینس جیسے مرکبات کے دیگر زمروں کے مقابلے زیادہ ہوتے ہیں۔

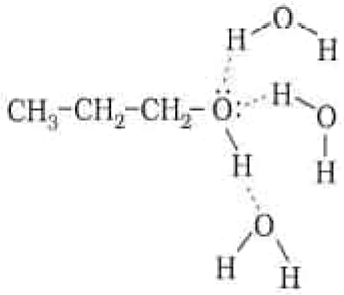
مثال کے طور پر ایتھانال اور پروپین (Propane) کی سالماتی کمیتیں قابل موازنہ ہیں۔ مگر ان کے نقطۂ جوش میں کافی فرق ہے۔ میتھا کسی میتھین کا نقطۂ جوش ان دونوں کے نقطۂ جوش کے درمیان میں ہے۔



پروپین سالماتی کمیت/ b.p.	میتھا کسی میتھین سالماتی کمیت/ b.p.	ایتھانال سالماتی کمیت/ b.p.
44/231K	46/248 K	46/351K

الکحل میں بین سالماتی ہائڈروجن بنڈش کی موجودگی کی وجہ سے ان کے نقطۂ جوش بہت زیادہ ہوتے ہیں یہ بنڈش ایتھرس اور ہائڈروکاربنوں میں موجود نہیں ہوتی۔

حل پذیری (Solubility):



الکحل اور فینالس پانی میں اس لیے حل پذیر ہیں کیونکہ ان میں پانی کے سالمات کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بنانے کی صلاحیت ہوتی ہے جیسا کہ دکھایا گیا ہے۔ الکائل (ہائڈروفوبک) گروپ کے سائز میں اضافہ کے ساتھ ساتھ حل پذیری کم ہوتی جاتی ہے۔ کم سالماتی کمیت والے کئی الکحل پانی میں تمام تناسبات میں حل پذیر ہیں۔

مثال 11.3

مندرجہ ذیل مرکبات کو ان کے نقطۂ جوش کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے:

(a) پینٹین-1-آل، بیوٹن-1-آل، بیوٹن-2-آل، ایتھانال، پروپین-1-آل، میتھنال۔

(b) پینٹین-1-آل، n-بیوٹن، پینٹانل، ایتھاکسی ایتھین۔

حل

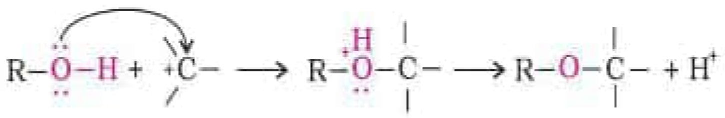
(a) میتھنال، ایتھانال، پروپین-1-آل، بیوٹن-2-آل، بیوٹن-1-آل، پینٹین-1-آل۔

(b) n-بیوٹین، ایتھاکسی ایتھین، پینٹانل اور پینٹین-1-آل۔

11.4.4 کیمیائی تعاملات (Chemical Reactions)

الکحل ہمہ گیر (Versatile) مرکبات ہیں۔ یہ نیوکلیوفائل اور الیکٹروفائل دونوں کی طرح تعامل کرتے ہیں۔ جب الکحل نیوکلیوفائل کی طرح تعامل کرتے ہیں تو O-H کے درمیان بانڈ ٹوٹ جاتا ہے۔

الکحل نیوکلیوفائل کے طور پر


(i)

(ii) جب یہ الیکٹروفائل کے طور پر تعامل کرتے ہیں تو C-O کے درمیان کا بانڈ ٹوٹتا ہے۔ پروٹونیٹڈ الکحل اسی طریقے سے تعامل کرتے ہیں۔

$$R-CH_2-OH + \overset{+}{H} \rightarrow R-CH_2-\overset{+}{O}H_2$$

$$Br^- + R-CH_2-\overset{+}{O}H_2 \longrightarrow Br-CH_2-R + H_2O$$

O-H اور C-O بانڈ شکستگی کی بنیاد پر الکحل اور فینالس کے تعاملات کو دو گروپوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔

(a) O-H بانڈ شکستگی سے وابستہ تعاملات

1۔ الکحل اور فینالس کی تیزابیت

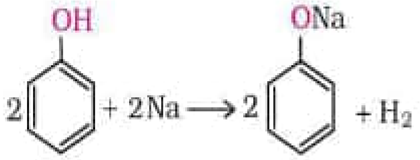
(i) **دھاتوں کے ساتھ تعامل:** الکحل اور فینالس سوڈیم، پوٹاشیم اور ایلومینیم جیسی تعامل پذیری دھاتوں سے تعامل کرکے نظیری الکوکسائڈ/ فیناکسائڈ اور ہائڈروجن بناتے ہیں۔

$$2R-O-H + 2Na \longrightarrow 2R-O-Na + H_2$$

سوڈیم الکوکسائڈ

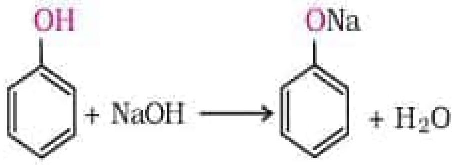
$$6\,CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}}-OH + 2Al \longrightarrow 2\left(CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}}-O\right)_3Al + 3H_2$$

tert-بیوٹائل الکحل — ایلومینیم tert-بیوٹاکسائڈ



فینال — سوڈیم فیناکسائڈ

اس کے ساتھ ساتھ فینالس آبی سوڈیم ہائڈراکسائڈ کے ساتھ تعامل کرکے سوڈیم فیناکسائڈ بناتے ہیں۔



سوڈیم فیناکسائڈ

مذکورہ بالا تعاملات سے ظاہر ہوتا ہے کہ الکحل اور فینالس تیزابی فطرت کے حامل ہیں۔ درحقیقت الکحل اور فینالس برانسٹڈ تیزاب ہیں یعنی یہ قوی اساس (B:) کو پروٹان دے سکتے ہیں۔

$$\bar{B}: + H-\ddot{O}-R \longrightarrow B-H + :\ddot{\bar{O}}-R$$

اساس — تیزاب — جفتہ تیزاب — جفتہ اساس

(ii) **الکحل کی تیزابیت:** الکحل کی تیزابی خصوصیت O-H بانڈ کی قطبی فطرت کی وجہ سے ہوتی ہے۔ الیکٹران خارج کرنے والا گروپ $(-CH_3, -C_2H_5)$ آکسیجن پر الیکٹران کثافت میں اضافہ کرتا ہے جس سے O-H بانڈ کی قطبیت میں کمی آتی ہے۔ اس سے تیزاب کی قوت کم ہو جاتی ہے۔ اس وجہ سے الکحل کی تیزابی قوت مندرجہ ذیل ترتیب میں گھٹتی ہے:

$$R \rightarrow CH_2OH > \begin{matrix} R \searrow \\ R \nearrow \end{matrix} CHOH \gg \begin{matrix} R \searrow \\ R \rightarrow \\ R \nearrow \end{matrix} C-OH$$

پرائمری   سیکنڈری   ٹرشری

الکحل تاہم پانی کے مقابلے کمزور تیزاب ہیں۔الکوکسائڈ [Alkoxide] کے ساتھ پانی کے تعامل کی مساوات کے ذریعہ اس کی وضاحت کی جاسکتی ہے۔

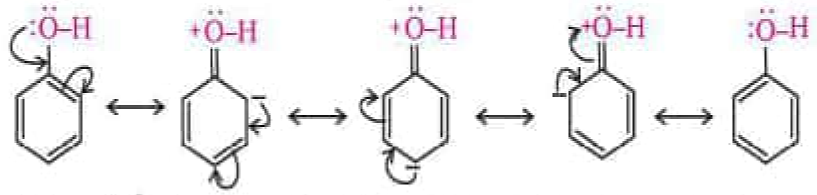
$$R-\ddot{O}:^- + H-\ddot{O}-H \longrightarrow R-O-H + :\ddot{O}H^-$$

اساس   تیزاب   جفتہ تیزاب   جفتہ اساس

اس تعامل سے ظاہر ہوتا ہے کہ پانی الکحل کے مقابلے بہتر پروٹان معطی ہے (یعنی قوی تیزاب)۔ مزید یہ کہ مذکورہ بالا تعامل میں ہم نوٹ کرتے ہیں کہ الکوکسائڈ آین ہائڈروکسائڈ آین کے مقابلے بہتر پروٹان حصول کار ہے جس سے معلوم ہوتا ہے کہ الکوکسائڈ قوی اساس ہیں (سوڈیم ایتھاکسائڈ، سوڈیم ہائڈراکسائڈ مقابلے قوی اساس ہے)

الکحل برانسٹڈ اساس کے طور پر بھی کام کرتے ہیں۔آکسیجن پر بغیر ساجھے کے الیکٹران جوڑوں کی موجودگی کی وجہ سے ایسا ہوتا ہے جو انھیں پروٹون حصول کار بنادیتا ہے۔

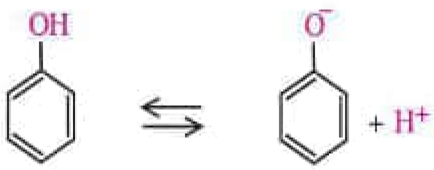
(iii) **فینالس کی تیزابیت (Acidity of phenols):** دھاتوں (یعنی سوڈیم، ایلومینیم) اور سوڈیم ہائڈراکسائڈ کے ساتھ فینالس کے تعاملات اس کی تیزابی فطرت کو ظاہر کرتے ہیں۔فینالس میں ہائڈراکسل گروپ بینزین رنگ کے sp^2 مخلوط شدہ کاربن ایٹم کے ساتھ براہ راست منسلک ہوتا ہے جو ایک الیکٹران ودڈرانگ گروپ (Electron withdraing group) کے طور پر کام کرتا ہے۔اس وجہ سے فینالس سالمہ میں چارج تقسیم O-H گروپ کی آکسیجن کو مثبت بنادیتی ہے جیسا کہ اس کی گمک ساختوں میں دکھایا گیا ہے۔



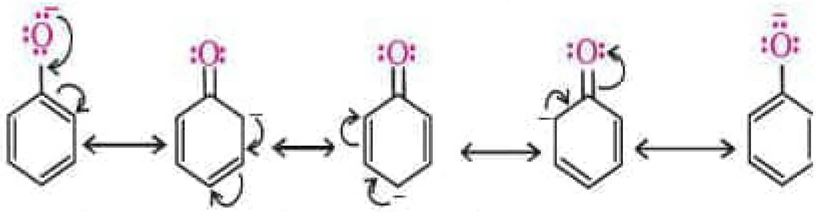
آبی سوڈیم ہائڈراکسائڈ کے ساتھ فینالس کا تعامل یہ ظاہر کرتا ہے کہ فینالس، الکحل اور پانی کے مقابلے قوی تیزاب ہیں۔آیئے اس بات کی جانچ کرتے ہیں کہ وہ مرکب جس میں ہائڈراکسل گروپ ایرومیٹک رنگ سے منسلک ہوتا ہے اس مرکب کے مقابلے زیادہ تیزابی کیوں ہوتا ہے جس میں ہائڈراکسل گروپ الکائل گروپ سے منسلک ہوتا ہے۔

الکحل اور فینالس کا آیونائزیشن مندرجہ ذیل طریقہ سے ہوتا ہے:

$$R-\ddot{O}-H \rightleftharpoons R-\ddot{O}:^- + H^+$$



فینالس کے sp^2 مخلوط شدہ کاربن، جس سے OH منسلک ہوتا ہے، کی زیادہ برقی منفیت کی وجہ سے آکسیجن پر الیکٹران کثافت کم ہوجاتی ہے۔ اس سے OH کی قطبیت میں اضافہ ہوتا ہے جس کے سبب الکحل کے مقابلے فینالس کے آیونائزیشن میں اضافہ ہوتا ہے۔ آیئے اب الکوکسائڈ اور فیناکسائڈ آینوں کے استحکام کی جانچ کرتے ہیں۔ الکوکسائڈ آین میں منفی چارج آکسیجن پر لوکلائزڈ (Localized) ہوتا ہے جبکہ فیناکسائڈ آین میں چارج ڈی لوکلائزڈ ہو جاتا ہے منفی چارج کے ڈی لوکلائزڈ کی وجہ سے (ساخت I-V) فیناکسائڈ آین زیادہ مستحکم ہو جاتا ہے اور فینالس کے آیونائزیشن میں مدد کرتا ہے۔ حالانکہ فینالس میں چارج کا ڈی لوکلائزیشن بھی ہوتا ہے، اس کی گمک ساختوں میں چارج علاحدگی ہوتی ہے جس کی وجہ سے فینالس سالمہ فیناکسائڈ آین کے مقابلے کم مستحکم ہوتا ہے۔



بدل شدہ (Substituted) فینالس میں نائٹروگروپ جیسے الیکٹران وِڈرانگ گروپ کی موجودگی فینالس کی تیزابی قوت میں اضافہ کر دیتی ہے۔ یہ اثر اس وقت زیادہ ہوتا ہے جب اس قسم کا گروپ آرتھو اور پیرا پوزیشنوں پر موجود ہو۔ ایسا فیناکسائڈ آین میں منفی چارج کے مؤثر ڈی لوکلائزیشن کی وجہ سے ہوتا ہے۔ جب بدل (Substitute) آرتھو اور پیرا مقام پر ہوں۔ اس کے برعکس الیکٹران خارج کرنے والا گروپ جیسے کہ الکائل گروپ عام طور سے فیناکسائڈ آین کی تشکیل میں معاون نہیں ہوتا جس کی وجہ سے تیزابی قوت کم ہو جاتی ہے۔ مثال کے طور پر فینالس کے مقابلے کریسالس (Cresols) کم تیزابی ہیں۔

جدول 11.3 کچھ فینالس اور ایتھنال کی pK_a قدریں

مرکب	فارمولہ	pK_a
o-نائٹروفینال	$o\text{-}O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}OH$	7.2
m-نائٹروفینال	$m\text{-}O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}OH$	8.3
p-نائٹروفینال	$p\text{-}O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}OH$	7.1
فینال	$C_6H_5\text{-}OH$	10.0
o-کریسول	$o\text{-}CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}OH$	10.2
m-کریسول	$m\text{-}CH_3C_6H_4\text{-}OH$	10.1
p-کریسول	$p\text{-}CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}OH$	10.2
ایتھنال	C_2H_5OH	15.9

pK_a کی قدر جتنی زیادہ ہوگی تیزاب اتنا ہی کمزور ہوگا۔

مذکورہ بالا اعداد و شمار سے آپ کو معلوم ہو جائے گا کہ فینالس ایتھنال کے مقابلے لاکھوں گنا زیادہ تیزابی ہے۔

مثال 11.4 مندرجہ ذیل مرکبات کو ان کی تیزابی قوت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے:
پروپین - 1 - آل، 2، 4، 6 ٹرائی نائٹروفینالس، 3 - نائٹروفینالس، 3، 5 ڈائی نائٹروفینال، فینالس، 4 - میتھائل فینالس

حل پروپین - 1 - آل، 4 - میتھائل فینالس، فینالس، 3 - نائٹروفینالس 3، 5 - ڈائی نائٹروفینالس، 2، 4، 6 ٹرائی نائٹروفینالس

2. ایسٹر سازی (Esterification)

الکحل اور فینالس، کاربوکسلک ایسڈ، ایسڈ کلورائڈ اور ایسڈ این ہائڈرائڈ سے تعامل کر کے ایسٹر بناتے ہیں۔

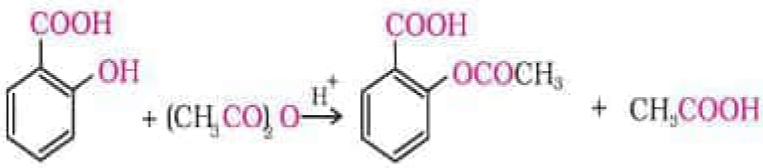
$$Ar/ROH + R'-COOH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} Ar/ROCOR' + H_2O$$

$$Ar/R-OH + (R'CO)_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} Ar/ROCOR' + R'COOH$$

$$R/ArOH + R'COCl \xrightarrow{Pyridine} R/ArOCOR' + HCl$$

کاربوکسلک ایسڈ اور ایسڈ این ہائڈرائڈ کے ساتھ تعامل کے لیے مرتکز سلفیورک ایسڈ کی تھوڑی سی مقدار کی موجودگی ضروری ہے۔ تعامل رجعتی ہے اور اسی لیے جیسے ہی پانی بنتا ہے اسے ہٹا دیا جاتا ہے۔ کلورائڈ کے ساتھ تعامل اساس (Pyridine) کی موجودگی میں ہوتا ہے تاکہ تعامل کے دوران بننے والے HCl کو تعدیل کیا جاسکے۔ یہ توازن کو دائیں جانب شفٹ کر دیتا ہے۔ الکحل اور فینالس میں ایسیٹائل گروپ (CH_3CO) کی شمولیت ایسیٹائلیشن (Acetylation) کہلاتی ہے۔ سیلیسلک ایسڈ (Salicyclic Acid) کے ایسیٹائلیشن سے ایسپرین (Aspirin) حاصل ہوتی ہے۔

ایسپرین میں اینالجیسک، مانع سوزش (Anti inflammatory) اور اینٹی پائریٹک خصوصیات ہوتی ہیں۔



سیلیسلک ایسڈ — ایسیٹائل سیلیسلک ایسڈ (ایسپرین)

(b) الکحل میں کاربن - آکسیجن (C–O) بانڈ کی شکستگی سے وابستہ تعاملات

ایسے تعاملات جن میں C–O بانڈ کی شکستگی شامل ہے صرف الکحل ہی میں ہوتے ہیں۔ فینالس اس قسم کا تعامل صرف زنک کے ساتھ ہی انجام دیتا ہے۔

1۔ **ہائڈروجن ہیلائڈوں کے ساتھ تعامل:** الکحل، ہائڈروجن ہیلائڈوں کے ساتھ تعامل کر کے الکائل ہیلائڈ بناتے ہیں (اکائی 10، کلاس XII ملاحظہ کیجیے)۔

$$ROH + HX \rightarrow R\text{-}X + H_2O$$

HCl کے ساتھ الکحل کے تینوں زمروں کی تعاملیت میں فرق کی وجہ سے ان میں فرق کیا جاسکتا ہے (Lucas Test)۔ الکحل لیوکس ریجنٹ (مرتکز HCl اور $ZnCl_2$) میں حل پذیر ہیں جبکہ ان کے ہیلائڈ غیر حل پذیر ہیں اور محلول میں دھندلا پن (Turbidity) پیدا کرتے ہیں۔ ٹرشری الکحل کے معاملہ میں دھندلا پن فوراً ہی پیدا ہو جاتا ہے کیونکہ وہ آسانی سے ہیلائڈ بناتے ہیں۔ پرائمری ہیلائڈ کمرہ کے درجۂ حرارت پر دھندلا پن (Turbidity) پیدا نہیں کرتے۔

2۔ **فاسفورس ٹرائی ہیلائڈوں کے ساتھ تعامل :** الکحل، فاسفورس ٹرائی برومائڈ کے ساتھ تعامل کر کے الکائل برومائڈ میں تبدیل ہو جاتے ہیں (اکائی 10 کلاس XII ملاحظہ کیجیے)۔

3۔ **نابیدگی (Dehydration) :** الکحل کو پروٹک ایسڈ مثلاً مرتکز H_2SO_4 اور H_3PO_4 یا نابیدہ زنک کلورائڈ یا ایلومینا جیسے وسیط پر نابیدہ (پانی کے سالمہ کی علاحدگی) ہو جاتے ہیں اور الکینس (Alkenes) بناتے ہیں (اکائی 13، کلاس XI)۔

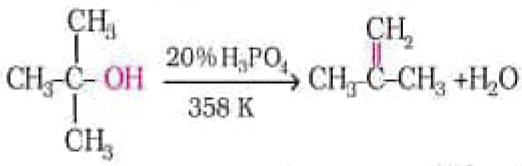


ایتھنال کو 443 K پر مرتکز H_2SO_4 کے ساتھ گرم کرنے پر اس کا ڈی ہائڈریشن ہو جاتا ہے۔

$$C_2H_5OH \xrightarrow[443\ K]{H_2SO_4} CH_2=CH_2 + H_2O$$

سیکنڈری اور ٹرشری الکحل مناسب حالات میں نابیدہ ہو جاتے ہیں۔

$$CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[440\ K]{85\%\ H_3PO_4} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$$



اس طرح، الکحل کی نابیدگی کی ترتیب مندرجہ ذیل ہے:

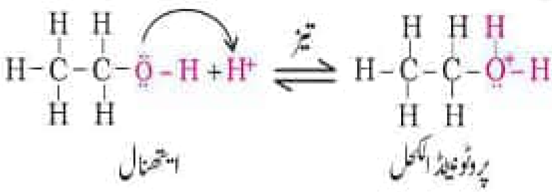
ٹرشری > سیکنڈری > پرائمری

ٹرشری کاربو کیٹ آین زیادہ مستحکم ہوتے ہیں اور اسی لیے سیکنڈری اور پرائمری کاربو کیٹ آین بناتے ہیں۔ ٹرشری الکحل آسانی سے نابیدہ ہو جاتے ہیں۔

ایتھنال کی نابیدگی کا میکانزم مندرجہ ذیل مراحل پر مشتمل ہے:

میکانزم

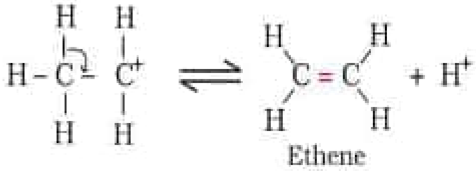
مرحلہ 1: پروٹونیٹڈ الکحل کی تشکیل:



مرحلہ 2: کاربو کیٹ آین کی تشکیل: یہ سست ترین مرحلہ ہے اور اس طرح تعامل کی شرح کو تعین کرنے والا مرحلہ ہے۔

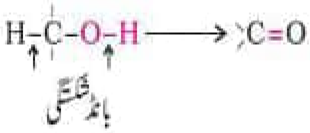


مرحلہ 3: پروٹان کے خارج ہونے سے ایتھین کی تشکیل۔

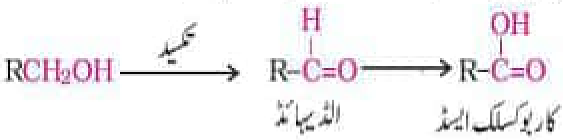


مرحلہ 1 میں استعمال ہونے والا ایسڈ مرحلہ 3 میں پیدا ہوتا ہے توازن کو دائیں طرف لے جانے کے لیے ایتھین (Ethene) کو بننے کے فوراً بعد ہٹا دیا جاتا ہے۔

4۔ تکسید (Oxidation) : الکحل کی تکسید کے نتیجے میں کاربن-آکسیجن ڈبل بانڈ کی تشکیل ہوتی ہے نیز O–H اور C–H بانڈ کی شکستگی ہوتی ہے۔



اس قسم کی شکستگی اور تشکیل تکسیدی تعاملات میں ہوتی ہے۔ انھیں ڈی ہائڈروجنیشن تعاملات بھی کہتے ہیں کیونکہ ان میں الکحل سالمہ سے ڈائی ہائڈروجن کا زیاں ہوتا ہے۔ استعمال کیے جانے والے تکسیدی ایجنٹ کی بنیاد پر پرائمری الکحل کی الڈیہائڈ میں تکسید ہوتی ہے جو اس کے بعد کاربوکسلک ایسڈ میں تکسید ہوجاتا ہے۔



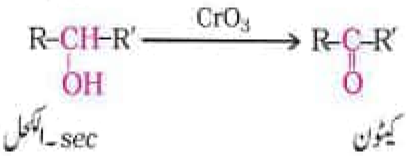
الکحل کاربوکسلک ایسڈوں کو براہ راست حاصل کرنے کے لیے پوٹاشیم پرمیگنیٹ جیسے قوی تکسیدی ایجنٹ کا استعمال کیا جاتا ہے۔ الڈیہائڈ کی علاحدگی کے لیے نابیدہ میڈیم میں CrO_3 کا استعمال بطور تکسیدی ایجنٹ کیا جاتا ہے۔

$$RCH_2OH \xrightarrow{CrO_3} RCHO$$

اچھی مقدار میں پرائمری الکحل کی الڈیہائڈ میں تکسید کے لیے PCC (Pyridinium Chlorochromate) ایک بہتر ریجنٹ ہے۔

$$CH_3-CH=CH-CH_2OH \xrightarrow{PCC} CH_3-CH=CH-CHO$$

سیکنڈری الکحل کی کیٹون میں تکسید کرومک این ہائڈرائڈ (CrO_3) کے ذریعہ ہوتی ہے۔



ٹرشری الکحل میں تکسیدی تعامل نہیں ہوتا۔ مضبوط تعاملاتی حالات جیسے کہ قوی تکسیدی ایجنٹ اور اونچے درجۂ حرارت کے سبب متعدد C-C بانڈ کی شکستگی عمل میں آتی ہے اور کم کاربن ایٹموں پر مشتمل کاربوکسلک ایسڈوں کا آمیزہ بنتا ہے۔

$$RCH_2OH \xrightarrow[573K]{Cu} RCHO$$

$$R-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-R' \xrightarrow[573K]{Cu} R-\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}}-R'$$

$$CH_3-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}}}-OH \xrightarrow[573K]{Cu} CH_3-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}=CH_2$$

جب 573 K پر گرم کاپر سے پرائمری یا سیکنڈری الکحل کے بخارات کو گزارا جاتا ہے تو ڈی ہائڈروجینیشن واقع ہوتا ہے اور الڈیہائڈ یا کیٹون بنتے ہیں جبکہ ٹرشری الکحل میں نابیدگی ہوتی ہے۔

> جسم میں میتھنال اور ایتھنال کی حیاتیاتی تکسید کے نتیجے میں نظیری الڈیہائڈ بنتے ہیں جو کہ بعد میں تیزاب بناتے ہیں۔ الکحل کا استعمال کرنے والے غلطی سے میتھنال اور ایتھنال کا آمیزہ (جسے ڈینیچرڈ (Denatured) الکحل بھی کہتے ہیں) نوش کر لیتے ہیں۔ جسم میں میتھنال پہلے تو تکسید ہو کر میتھنال (Methanal) بناتا ہے اور پھر میتھنائک ایسڈ بناتا ہے جس کی وجہ سے بینائی ختم ہو سکتی ہے اور موت بھی واقع ہو سکتی ہے۔ میتھنال کی سمیت سے متاثر ہونے والے مریض کو ورید کے ذریعہ ڈائی لیوٹ ایتھنال چڑھایا جاتا ہے۔ الڈیہائڈ (HCHO) کی ایسڈ میں تکسید کے لیے ذمہ دار انزائم پائی کو جذب کر لیتا ہے اور گردوں کو میتھنل خارج کرنے کے لیے وقت مل جاتا ہے۔

(c) فینالس کے تعاملات (Reactions of phenols)

مندرجہ ذیل تعاملات صرف فینالس ہی میں ہوتے ہیں۔

1. الیکٹروفلک ایرومیٹک بدل :

فینالس میں ایرومیٹک رنگ پر ہونے والے تعاملات الیکٹروفلک بدل تعاملات (اکائی 13، کلاس XI) ہوتے ہیں۔ بینزین رنگ سے منسلک OH گروپ اسے الیکٹروفلک بدل کے لیے ایکٹیویٹ کرتا ہے۔ اس کے ساتھ ساتھ یہ آنے والے گروپ کو رنگ میں آرتھو اور پیرا پوزیشنوں کی طرف بھیجتا ہے۔ جس سے OH گروپ کے ذریعہ پیدا ہونے والے گمک اثر کی وجہ سے ان مقامات پر الیکٹران کی تعداد بہت زیادہ ہو جاتی ہے۔ گمک ساختیں فینالس کی تیزابیت کے تحت دکھائی جاتی ہیں۔

فینالس میں عام الیکٹروفلک ایرومیٹک بدل تعاملات مندرجہ ذیل طریقے سے ہوتے ہیں:

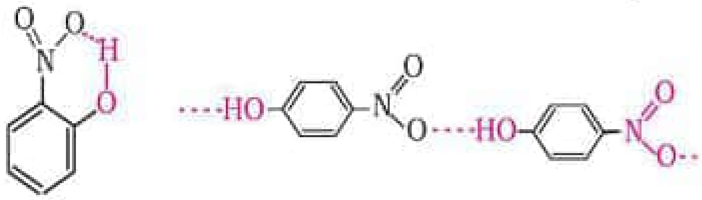
(i) نائٹریشن (Nitration) : کم درجۂ حرارت (298 K) پر ڈائی لیوٹ نائٹرک ایسڈ کے ساتھ فینالس، آرتھو اور پیرا فینالس کا آمیزہ بناتا ہے۔



o-نائٹروفینال

p-نائٹروفینال

آرتھو اور پیرا آئسومر کو بھاپی کشید کے ذریعہ علیحدہ کیا جا سکتا ہے۔ آرتھو- نائٹروفینالس بین سالماتی ہائڈروجن بندش کی وجہ سے بھاپ طیران پذیر ہوتا ہے جبکہ پیرا نائٹروفینالس انٹر سالماتی ہائڈروجن بندش کی وجہ سے کم طیران پذیر ہوتا ہے۔

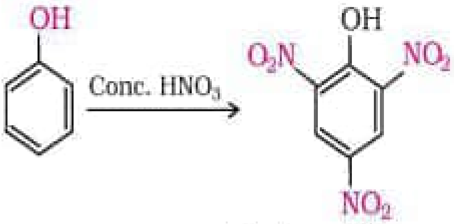


o-نائٹروفینال (انٹر سالماتی H-بندش)

p-نائٹروفینال (انٹر سالماتی H-بندش)

2، 4، 6 – ٹرائی نائٹروفینالس تین الیکٹران ودڈرالنگ NO_2- گروپوں کی موجودگی کی وجہ سے قوی تیزاب ھے یہ گروپ ھائڈروجن آین کے اخراج میں مدد کرتے ھیں۔

مرتکز نائٹرک ایسڈ کے ساتھ فینالس سے 2، 4، 6- ٹرائی نائٹروفینالس حاصل ہوتا ہے۔ ماحصل کو عام طور سے پکرک ایسڈ (Picric Acid) کہتے ہیں۔ تعامل کے نتیجے میں ماحصل کم پیدا ہوتا ہے۔



2، 4، 6- ٹرائی نائٹروفینالس پکرک ایسڈ

آج کل پکرک ایسڈ کو بنانے کے لیے پہلے فینالس کا تعامل مرتکز سلفیورک ایسڈ کے ساتھ کرایا جاتا ہے جو اسے فینالس -2، 4- ڈائی سلفیورک ایسڈ میں تبدیل کر دیتا ہے۔ اس کے بعد مرتکز نائٹرک ایسڈ کے ساتھ 2، 4، 6- ٹرائی نائٹروفینالس حاصل ہوتا ہے۔ کیا آپ ان تعاملات کی مساوات لکھ سکتے ہیں؟

(ii) **ہیلو جینیشن (Halogenation)** : مختلف تجرباتی حالات میں برومین کے ساتھ فینالس کے تعامل کے نتیجے میں مختلف ماحصلات پیدا ہوتے ہیں۔

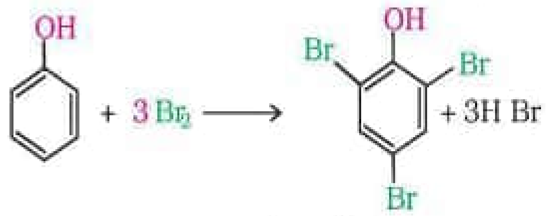
(a) جب تعامل کم درجۂ حرارت اور $CHCl_3$ یا CS_2 جیسے کم قطبیت والے محلول میں کرایا جاتا ہے تو مونو بروموفینالس حاصل ہوتا ہے۔



اصغر اکبر

بینزین کا ہیلوجینیشن عام طور سے $FeBr_3$ جیسے لیوئس ایسڈ (Lewis acid) کی موجودگی میں ہوتا ہے (اکائی 10، کلاس XII) جو ہیلوجن سالمہ کو قطبی بنا دیتا ہے۔ فینالس کے معاملہ میں برومین کے سالمہ کی تقطیب لیوئس ایسڈ کی عدم موجودگی میں بھی ہو جاتی ہے۔ بینزین رنگ سے منسلک OH گروپ کے بہت زیادہ ایکٹیویٹنگ اثر کی وجہ سے ایسا ہوتا ہے۔

(b) جب فینالس برومین واٹر سے تعامل کرتا ہے تو 2،4،6-ٹرائی برومو فینالس حاصل ہوتا ہے۔



2،4،6-ٹرائی برومو فینالس

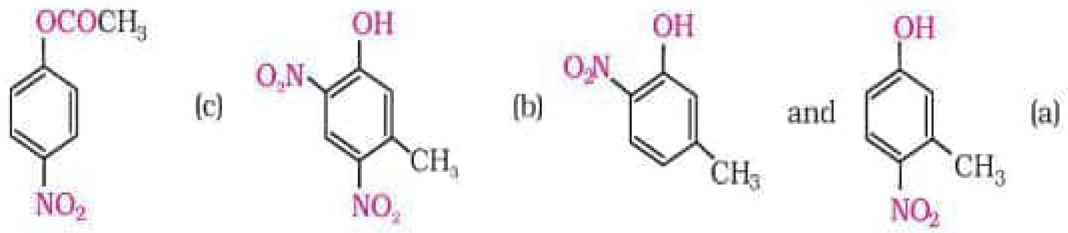
مثال 11.5 مندرجہ ذیل تعاملات کے نتیجے میں بننے والے اہم ماحصلات کی ساختیں لکھیے۔

(a) 3-میتھائل فینالس کا مونو نائٹریشن

(b) 3-میتھائل فینالس کا ڈائی نائٹریشن

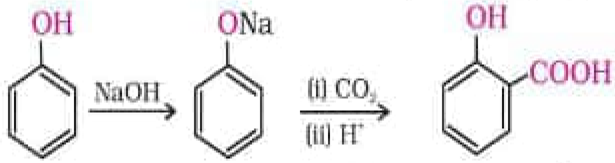
(c) فنائل میتھانوایٹ کا مونو نائٹریشن

حل $-OH$ اور $-CH_3$ گروپوں کا مجموعی اثر آنے والے گروپ کی پوزیشن کا تعین کرتا ہے۔



2. کولبے کا تعامل (Kolbe's reaction)

فینالس اور سوڈیم ہائڈرا کسائڈ کے درمیان ہونے والے تعامل کے نتیجے میں بننے والے فینا کسائڈ آین الیکٹروفلک ایرومیٹک بدل تعالات کے تئیں فینالس سے زیادہ تعامل پذیر ہوتے ہیں۔ اس لیے یہ کاربن ڈائی آکسائڈ (ایک کمزور نیوکلیوفائل) کے ساتھ الیکٹروفلک بدل تعاملات دیتے ہیں۔ اہم ماحصل کے طور پر آرتھو ہائڈراکسی بینزوئک ایسڈ بنتا ہے۔

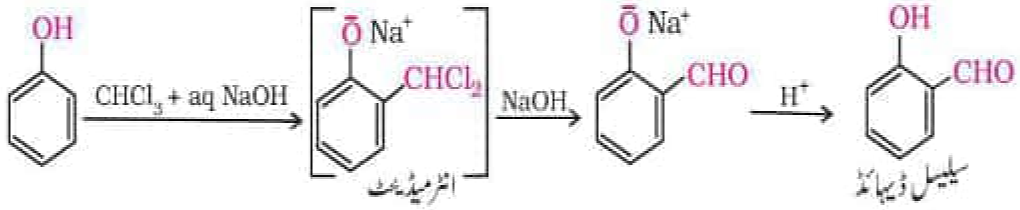


2-ہائڈراکسی بینزوئک ایسڈ (سیلیسلک ایسڈ)

3. ریمر–ٹائی مین تعامل (Reimer-Tiemann reaction)

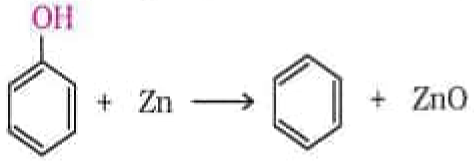
سوڈیم ہائڈرا کسائڈ کی موجودگی میں فینالس کا کلوروفارم کے ساتھ تعامل کرانے پر بینزین رنگ کی آرتھو پوزیشن پر $-CHO$ گروپ آجاتا ہے۔ یہ تعامل ریمر – ٹائی مین تعامل کہلاتا ہے۔

ضمنی بدل بینزل کلورائڈ (Benzal chloride) القلی کی موجودگی میں آب پاشیدہ ہوکر سیلیسل ڈیہائڈ (Salicyladehyde) بناتا ہے۔

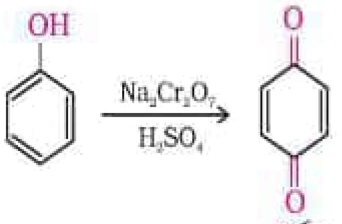


4. فینالس کا زنک ڈسٹ کے ساتھ تعامل (Reaction of phenol with zinc dust)

فینالس کو زنک ڈسٹ کے ساتھ گرم کرنے پر یہ بینزین میں تبدیل ہو جاتا ہے۔



5. تکسید (Oxidation)



بینزوکیونون

کرومک ایسڈ (Chromic Acid) کے ساتھ فینالس کی تکسید سے زوجی کیٹون (Conjugated ketone) بنتا ہے جسے بینزوکیونون (Benzoquinone) بھی کہتے ہیں۔ ہوا کی موجودگی میں فینالس آہستہ آہستہ تکسید ہو کر گہرے رنگ کا آمیزہ بناتا ہے جو کیونون (Quinone) پر مشتمل ہوتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

11.6 جب مندرجہ ذیل ہر ایک الکحل (a) $ZnCl_2$– HCl (b) HBr اور (c) $SOCl_2$ سے تعامل کرتا ہے تو آپ جن ماحصلات کے بننے کی توقع رکھتے ہیں ان کی ساختیں لکھیے۔

(i) بیوٹین-1-آل (ii) 2-میتھائل بیوٹین-2-آل

11.7 مندرجہ ذیل کی ایسڈ کیٹلائزڈ ڈیہائڈریشن کے نتیجے میں بننے والے اہم ماحصل کی پیشین گوئی کیجیے۔

(i) 1-میتھائل سائکلو ہیکسانال اور (ii) بیوٹین-1-آل

11.8 فینالس کے مقابلے آرتھو اور پیرا نائٹروفینالس زیادہ تیزابی ہیں نظیری فینا کسائڈ آئنوں کی گمک ساختیں بنائیے۔

11.9 مندرجہ ذیل تعاملات میں ملوث مساواتیں لکھیے۔

(i) ریمر ٹائی مین تعامل (ii) کولبے کا تعامل

11.5 صنعتی اعتبار سے کچھ اہم الکحل (Some Commercially Important Alcohols)

میتھانال اور ایتھانال دو ایسے الکحل ہیں جو صنعتی اہمیت کے حامل ہیں۔

1. میتھانال (Methanol)

میتھانال، CH_3OH کو ووڈ اسپرٹ (Wood sprit) بھی کہا جاتا ہے، کیونکہ اسے لکڑی کی فارقی کشید (Destructive distillation) سے تیار کیا گیا تھا۔ آج کل زیادہ تر میتھانال $ZnO - Cr_2O_3$ وسیط

کی موجودگی میں اور اونچے دباؤ و درجۂ حرارت پر کاربن مونو آکسائڈ کے ویسطے ہائڈروجنیشن سے تیار کیا جاتا ہے۔

$$CO + 2H_2 \xrightarrow[\substack{200\text{-}300\ atm \\ 573\text{-}673\ K}]{ZnO\text{-}Cr_2O_3} CH_3OH$$

میتھنال بے رنگ رقیق ہے جو 337 K پر ابلتا ہے۔ یہ انتہائی زہریلی فطرت کا حامل ہے۔ میتھنال کی معمولی سی مقدار نوش کرنے سے بینائی ختم ہوسکتی ہے اور زیادہ مقدار موت کا سبب بن سکتی ہے۔ میتھنال کا استعمال روغنوں، وارنش اور خاص طور سے فارمل ڈیہائڈ بنانے کے لیے محلل کے طور پر کیا جاتا ہے۔

2. ایتھنال (Ethanol)

ایتھنال C_2H_5OH کو صنعتی پیمانے پر چینی کی تخمیر (ایک قدیم طریقہ) سے تیار کیا جاتا ہے۔ شیرا (Molasses)، گنے (Sugarcane) یا انگور جیسے پھلوں کی شکر کو انورٹیز (Invertase) انزائم کی موجودگی میں گلوکوز اور فرکٹوز (دونوں کا فارمولہ $C_6H_{12}O_6$ ہے) میں تبدیل کردیا جاتا ہے۔ گلوکوز اور فرکٹوز ایک اور انزائم یعنی زائی میز (Zymase) جو کہ خمیر (Yeast) میں پایا جاتا ہے، کی موجودگی میں تخمیر ہو جاتے ہیں۔

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{انورٹیس}} \underset{\text{گلوکوس}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{فرکٹوس}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{زائمیس}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

شراب بنانے کے لیے شوگر اور ایسٹ کا ذریعہ انگور ہیں۔ جیسے ہی انگور پکتے ہیں ان میں شوگر کی مقدار بڑھ جاتی ہے اور بیرونی سطح پر ایسٹ نمو کرنے لگتے ہیں۔ جب انگور کو کچل دیا جاتا ہے تو شوگر اور انزائم ایک دوسرے کے رابطہ میں آجاتے ہیں اور تخمیر کا عمل شروع ہو جاتا ہے۔ عمل تخمیر غیر ہوا باش (Anaerobic) حالات یعنی ہوا کی غیر موجودگی میں واقع ہوتا ہے۔ تخمیر کے دوران ان سے کاربن ڈائی آکسائڈ خارج ہوتی ہے۔

ایتھنال جسم میں مرکزی عصبی نظام کو متاثر کرتا ہے۔ کم مقدار فیصلہ کی صلاحیت کو متاثر کرتی ہے اور Inhibitions کو کم کر دیتی ہے۔ زیادہ ارتکاز کی وجہ سے متلی اور بیہوشی ہو جاتی ہے زیادہ ارتکاز ازخود تنفس میں رکاوٹ پیدا کرتا ہے اور جان لیوا ہو سکتا ہے۔

جب الکحل کی فیصد 14% سے تجاوز کر جاتی ہے تو انزائم کے عمل کو روک دیا جاتا ہے۔ اگر تخمیری آمیزہ میں ہوا داخل ہو جاتی ہے تو ہوا کی آکسیجن ایتھنال کی ایتھنائک ایسڈ میں تکسید کر دیتی ہے جو الکحلی مشروبات کا ذائقہ خراب کر دیتی ہے۔

ایتھنال ایک بے رنگ رقیق ہے جس کا نقطۂ جوش 351 K ہوتا ہے۔ اسے روغن کی صنعت میں محلل کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے اور متعدد کاربن کے مرکبات بنانے میں بھی اس کا استعمال ہوتا ہے۔ صنعتی الکحل میں تھوڑا سا کاپر سلفیٹ (اسے رنگ عطا کرنے کے لیے) اور پائریڈین (تیز بو والا رقیق) کی آمیزش کی جاتی ہے تاکہ یہ پینے کے قابل نہ رہے اسے ڈینیچرڈ الکحل (Denatured alcohol) بھی کہتے ہیں۔
آج کل ایتھنال کو بڑے پیمانے پر ایتھین (Ethene) کے ہائڈریشن سے تیار کیا جاتا ہے (سیکشن 11.4)۔

11.6 ایتھرس (Ethers)

11.6.1 ایتھرس کی تیاری (Preparation of Ethers)

1. الکحل کی نابیدگی سے (By dehydration of alcohols)

پروٹک ایسڈوں (H_2SO_4, H_3PO_4) کی موجودگی میں الکحل کی نابیدگی ہو جاتی ہے۔ ماحصل الکین (Alkene) یا ایتھرس ہے اس کا انحصار تعامل کے حالات پر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر ایتھنال 443 K پر سلفیورک ایسڈ کی موجودگی میں نابیدہ ہو کر ایتھین (Ethene) بناتا ہے۔ 413 K پر خاص ماحصل ایتھاکسی ایتھین (Ethoxyethane) بنتا ہے۔

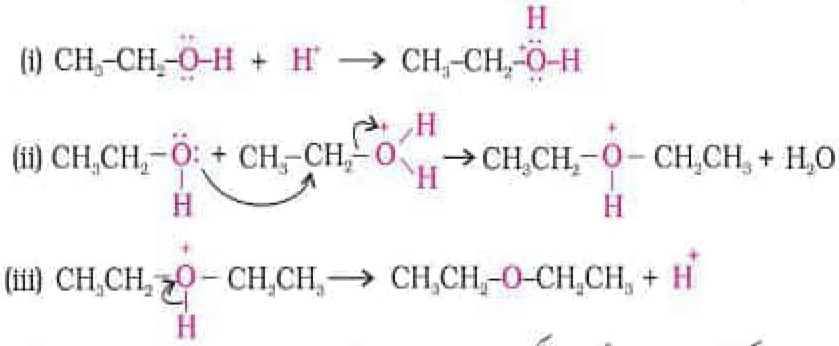
$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[443\ K]{H_2SO_4} CH_2{=}CH_2$$

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[413\ K]{H_2SO_4} C_2H_5OC_2H_5$$

ڈائی ایتھائل ایتھرس کو زیادہ تر سانس کے ذریعہ لیے جانے والے اینیستھیسیا کے طور پر استعمال کیا جاتا تھا۔ لیکن اس کے سست اثر اور بار آور ہونے کے ناپسندیدہ وقفہ کی وجہ سے اس کی جگہ دوسرے مرکبات کا استعمال کیا جاتا ہے۔

ڈائی ایتھائل ایتھر کا استعمال سانس کے ذریعہ بیہوش کرنے کے لیے کیا جاتا رہا ہے لیکن اس کے کم اثر اور صحت پر پڑنے والے مضر اثرات کی وجہ سے اس کی جگہ دوسرے مرکبات کا استعمال کیا جارہا ہے۔

ایتھرس کا بننا نیوکلیو بائی مالیکیولر تعامل ہے (S_N2) جس میں پروٹونیٹڈ الکحل پر الکحل کا سالمہ حملہ کی زد میں آتا ہے جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے:



الکحل کی تیزابی نابیدگی سے الکین (Alkene) کا بننا بھی بدل تعامل سے وابستہ ہے جس سے ایتھرس حاصل ہوتا ہے۔

یہ طریقہ ان ایتھرس کی تیاری کے لیے موزوں ہے جن میں صرف پرائمری الکائل گروپ ہوتا ہے۔ الکائل گروپ پر رکاوٹ نہیں ہونی چاہیے۔ نہیں تو تعامل کے نتیجے میں الکین (Alkene) حاصل ہوگی۔ اگر الکحل سیکنڈری یا ٹرشری ہے جو تعامل S_N1 میکانزم کا اتباع کرتا ہے جس کا مطالعہ آپ اعلیٰ جماعتوں میں کریں گے۔ تاہم سیکنڈری اور ٹرشری الکحل کی نابیدگی سے نظیری ایتھرس کے بننے کا عمل ناکام ہو جاتا ہے کیونکہ اخراج بدل پر سبقت حاصل کر لیتا ہے اور آسانی سے الکین بن جاتی ہے۔

کیا آپ اس بات کی وضاحت کر سکتے ہیں کہ دو سالماتی نابیدگی (Bimolecular dehydration) ایتھائل میتھائل ایتھرس بنانے کے لیے کیوں موزوں نہیں ہے؟

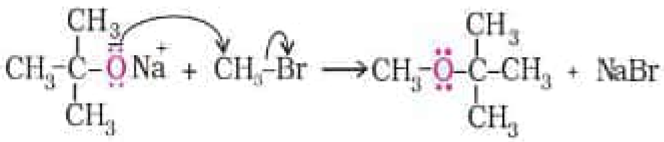
2. ولیم سن تالیف (Williamson synthesis)

تشاکلی اور غیر تشاکلی ایتھرس بنانے کا ایک اہم طریقہ ہے جسے تجربہ گاہ میں بروئے کار لایا جاتا ہے۔ اس طریقے میں الکائل ہیلائڈ کا سوڈیم الکوکسائڈ سے تعامل کرایا جاتا ہے۔

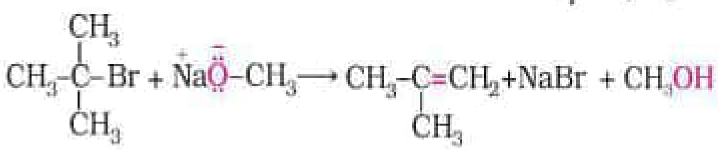
$$R-X + R'-\ddot{O}^{-}\,Na^{+} \longrightarrow R-\ddot{O}-R' + NaX$$

الکزینڈر ولیم ولیمسن (1824-1904) لندن میں پیدا ہوئے۔ ان کے والدین اسکاٹ لینڈ کے باشندے تھے۔ وہ 1849 میں یونیورسٹی کالج لندن میں کیمسٹری کے پروفیسر بن گئے۔

بدل شدہ الکائل گروپ والے ایتھرس (سیکنڈری اور ٹرشری) بھی اسی طریقے سے بنائے جاسکتے ہیں۔ تعامل پرائمری الکائل ہیلائڈ پر الکوکسائڈ کے S_N2 حملہ پر مشتمل ہے۔



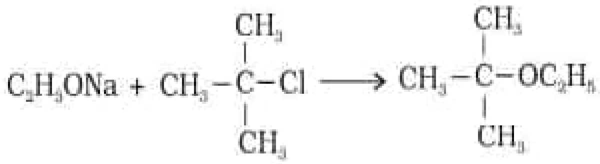
اگر الکائل ہیلائڈ پرائمری ہے تو بہتر نتائج برآمد ہو سکتے ہیں۔ سیکنڈری اور ٹرشری الکائل ہیلائڈ کے معاملے میں اخراج (Elimination) بدل (Substitution) پر سبقت حاصل کر لیتا ہے۔ اگر ٹرشری الکائل ہیلائڈ کا استعمال کیا جاتا ہے تو صرف الکین حاصل ہوتی ہے ایتھرس قطعی حاصل نہیں ہوگا۔ مثال کے طور پر $(CH_3)_3C-Br$ کے ساتھ CH_3ONa کا تعامل خاص طور سے 2-میتھائل پروپین (2-methyl propene) دیتا ہے۔



2-میتھائل پروپین

اس کی وجہ یہ ہے کہ الکوکسائڈ نہ صرف نیوکلیوفائل ہے بلکہ ایک قوی اساس بھی ہے۔ یہ الکائل ہیلائڈوں سے تعامل کرکے اخراجی تعاملات انجام دیتے ہیں۔

مثال 11.6 مندرجہ ذیل تعامل t-بیوٹائل ایتھائل ایتھرس کی تیاری کے لیے موزوں نہیں ہے۔

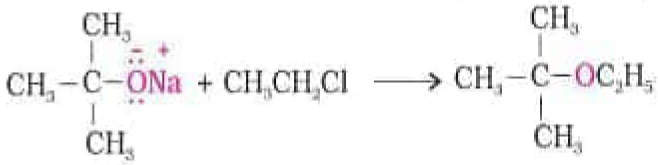


(i) اس تعامل کا اہم ماحصل کیا ہوگا؟

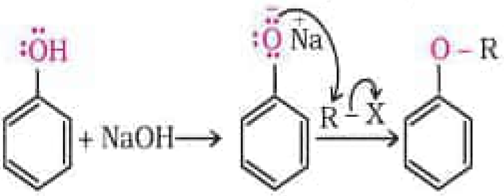
(ii) t-بیوٹائل ایتھائل ایتھرس بنانے کے لیے مناسب تعامل لکھیے۔

حل (i) دیے ہوئے تعامل کا اہم ماحصل 2-میتھائل پروپ-1-این (2-methylprop-1-ene) ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ سوڈیم ایتھا کسائڈ ایک قوی نیوکلیوفائل کے ساتھ ساتھ قوی اساس بھی ہے۔ یہ اخراجی تعامل بدل تعامل پر سبقت حاصل کر لیتا ہے۔

(ii)



اس طریقے کے ذریعہ فینالس کو بھی ایتھرس میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ اس طریقے میں فینالس کا استعمال Phenoxide moiety کے طور پر کیا جاتا ہے۔



11.6.2 طبعی خصوصیات (Physical Properties)

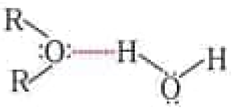
ایتھرس میں C–O بانڈ قطبی نوعیت کے ہوتے ہیں اور اسی لیے ایتھرس پر نیٹ ڈائی پول مومنٹ آجاتا ہے۔ ایتھرس کی کمزور قطبیت ان کے نقطہ جوش کو بہت زیادہ متاثر نہیں کرتی۔ ان کے نقطہ جوش قابل موازنہ سالماتی کمیت والے الکینس (Alkanes) کے نقطہ جوش کے قریب قریب ہوتے ہیں لیکن الکحل کے نقطہ جوش سے بہت کم ہوتے ہیں جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

فارمولہ	$CH_3(CH_2)_3$-OH	C_2H_5-O-C_2H_5	$CH_3(CH_2)_3CH_3$
	بیوٹین-1-اول	ایتھاکسی ایتھین	n-پینٹین
b.p./K	390	307.6	309.1

الکحل اور ایتھرس کے نقطہ جوش میں بہت زیادہ فرق الکحل میں ہائڈروجن بندش کی موجودگی کی وجہ سے ہے۔

ایتھرس کی پانی میں حل پذیری، یکساں سالماتی کمیت والے الکحل کے مشابہ ہے۔ ایتھاکسی ایتھین اور بیوٹین-1-آل دونوں ہی تقریباً یکساں حد تک پانی میں حل پذیر ہیں یعنی بالترتیب 7.5 اور 9 گرام فی 100 mL پانی، جبکہ پینٹین (Pentane) پانی میں حل پذیر نہیں ہے۔ کیا آپ اس مشاہدہ کی وضاحت کر سکتے ہیں؟

یہ اس حقیقت پر مبنی ہے کہ الکحل کی طرح ایتھرس کی آکسیجن بھی پانی کے سالمہ کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بناتی ہے جیسا کہ دکھایا گیا ہے:



11.6.3 کیمیائی تعاملات (Chemical Reactions)

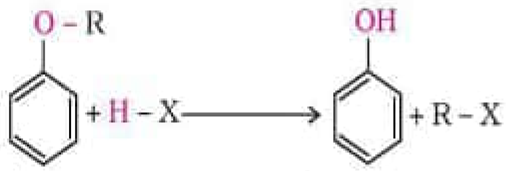
1. ایتھرس میں C–O بانڈ کی شکستگی

ایتھرس تفاعلی گروپوں میں سب سے کم تعامل پذیر ہوتے ہیں۔ ایتھرس میں C–O بانڈ کی شکستگی وافر ہائڈروجن ہیلائڈ کی موجودگی میں شدید حالات کے تحت ہوتی ہے۔ ڈائی الکائل ایتھرس کے تعامل سے دو الکائل ہیلائڈ سالمات حاصل ہوتے ہیں۔

$$R\text{–}O\text{–}R + HX \longrightarrow RX + R\text{–}OH$$

$$R\text{–}OH + HX \longrightarrow R\text{–}X + H_2O$$

الکائل ایرائل ایتھرس الکائل آکسیجن بانڈ پر شکستہ ہوتے ہیں کیونکہ ایرائل آکسیجن بانڈ زیادہ مستحکم ہوتا ہے۔ تعامل کے نتیجے میں فینالس اور الکائل ہیلائڈ بنتے ہیں۔



دو مختلف الکائل گروپ والے ایتھرس میں بھی شکستگی اسی انداز سے ہوتی ہے۔

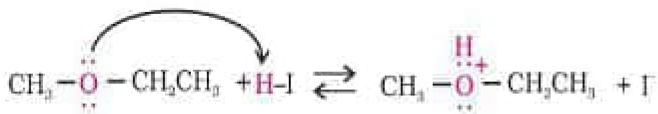
$$R\text{-}O\text{-}R' + HX \longrightarrow R\text{-}X + R'\text{-}OH$$

ہائڈروجن ہیلائڈوں کی تعاملیت کی ترتیب HI > HBr > HCl ہے۔ ایتھرس کی شکستگی مرتکز HI یا HBr کے ساتھ اونچے درجہ حرارت پر ہوتی ہے۔

میکانزم

ایتھرس کا مرتکز HI کے ساتھ تعامل ایتھرس سالمہ کے پروٹونیشن سے شروع ہوتا ہے۔

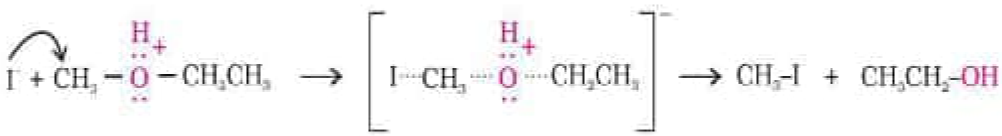
مرحلہ 1:



تعامل HBr یا HI کے ساتھ ہوتا ہے کیونکہ دونوں کافی تیزابی ہیں۔

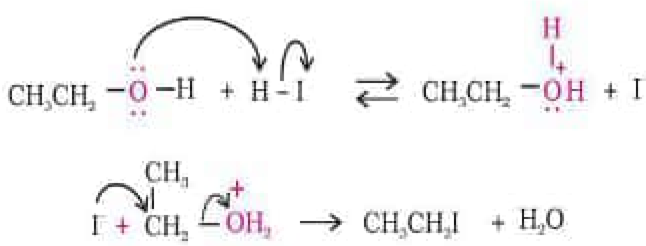
مرحلہ 2:

آیوڈائڈ ایک اچھا نیوکلیوفائل ہے یہ مرحلہ 1 میں بننے والے آکسونیم آین کے کمترین بدل شدہ کاربن پر حملہ کرتا ہے اور S_N2 میکانزم کے ذریعہ الکحل سالمہ کو ہٹا دیتا ہے۔ اس طرح دو مختلف الکائل گروپ والے مکسڈ ایتھرس کی شکستگی سے الکحل اور الکائل آیوڈائڈ بنتا ہے جن کا انحصار الکائل گروپ کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ جب پرائمری یا سیکنڈری الکائل گروپ موجود ہوتے ہیں تو کمزور الکائل گروپ الکائل آیوڈائڈ بناتا ہے (S_N2 تعامل)۔

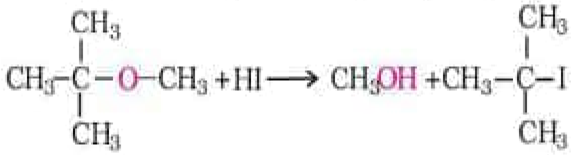


جب HI وافر مقدار میں ہو اور تعامل اونچے درجۂ حرارت پر ہو رہا ہو تو ایتھنال HI کے دوسرے سالمہ سے تعامل کرکے ایتھائل آیوڈائڈ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

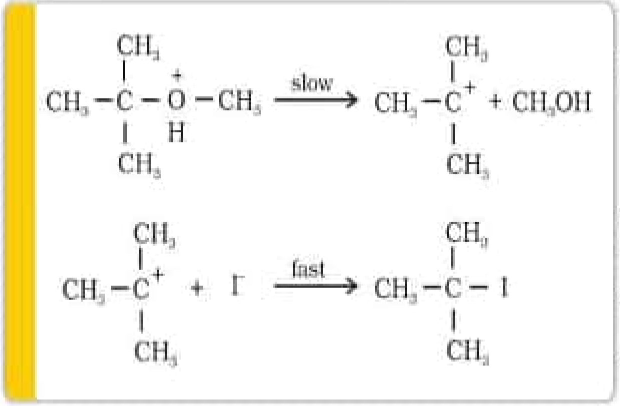
مرحلہ 3:



تاہم اگر ایک الکائل گروپ ٹرشری گروپ ہو تو بننے والا ہیلائڈ ٹرشری ہیلائڈ ہوتا ہے۔

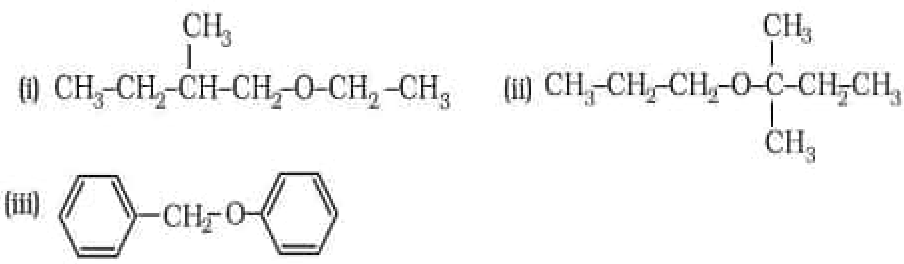


اس کی وجہ یہ ہے کہ تعامل کے دوسرے مرحلہ (HO–CH_3) لیونگ گروپ (Leaving Group) کی روانگی ایک زیادہ مستحکم کاربوکیٹ آین [$(CH_3)_3C^+$] کی تشکیل کرتی ہے اور تعامل S_N1 میکانزم کا اتباع کرتا ہے۔

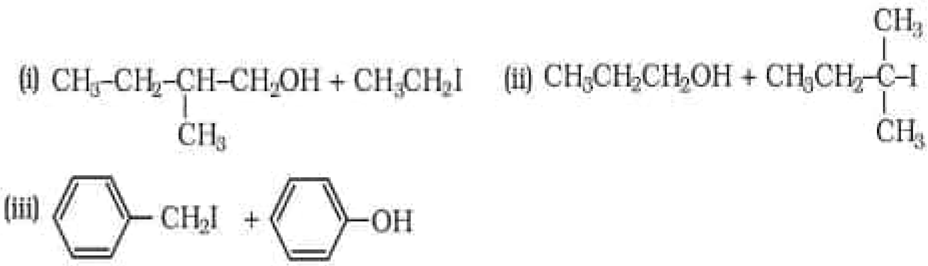


اینی سول (Anisole) کے معاملے میں میتھائل فنائل آکسونیم آین، $C_6H_5-\overset{+}{O}(H)-CH_3$ ایتھرس کے پروٹونیشن سے بنتا ہے۔ O–CH_3 کے درمیان کا بانڈ O–C_6H_5 کے درمیان کے بانڈ کے مقابلے کمزور ہوتا ہے کیوں کہ فنائل گروپ کا کاربن sp^2 مخلوط شدہ ہوتا ہے اور جزوی ڈبل بانڈ خصوصیت کا حامل ہوتا ہے۔ لہٰذا I^- آین کا حملہ O–CH_3 بانڈ کو توڑ دیتا ہے اور اور CH_3I بناتا ہے۔ فینالس مزید تعامل کر کے ہیلائڈ نہیں بناتے ہیں کیونکہ فینالس کا sp^2 مخلوط شدہ کاربن نیوکلیوفلک بدل تعامل نہیں کرتا جو کہ ہیلائڈ میں تبدیلی کے لیے درکار ہوتی ہے۔

مثال 11.7 مندرجہ ذیل ہر ایک ایتھرس کو HI کے ساتھ گرم کرنے پر بننے والے اہم ماحصلات کے نام لکھیے۔

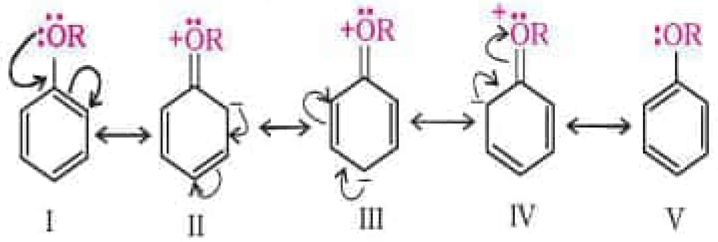


حل

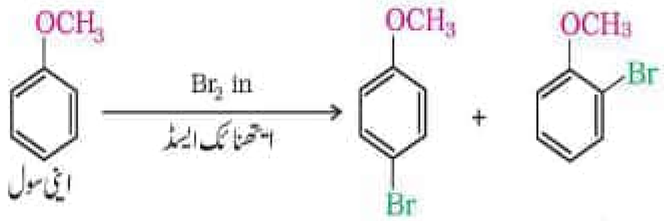


2. الیکٹروفلک بدل

الکوکسی گروپ (OR–) آرتھو، پیرا ڈائریکٹنگ ہوتے ہیں اور ایرومیٹک رنگ کو الیکٹروفلک بدل کی طرف ایکٹیویٹ کرتا ہے بالکل اسی طرح جیسا کہ فینالس میں ہوتا ہے۔

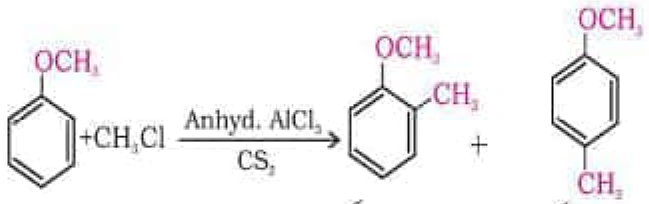


(i) ہیلوجینیشن: فینائل الکائل ایتھرس کے بینزین رنگ میں عام ہیلوجینیشن ہوتا ہے یعنی اینی سول (Anisole) آئرن(III) بروما‌ئڈ کی عدم موجودگی میں بھی ایتھنا ئک ایسڈ برومین کے ساتھ برومینیشن کرتا ہے۔ایسا میتھا کسی گروپ کے ذریعہ بینزین رنگ کے ایکٹیویشن کی وجہ سے ہوتا ہے۔

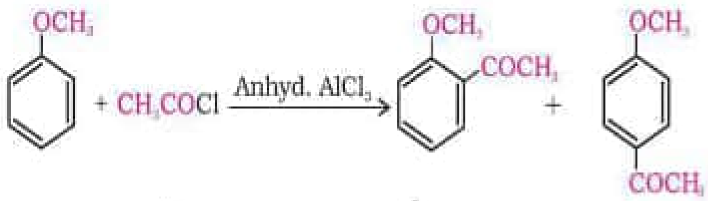


p-برومواینی سول (اکبر) o-برومواینی سول (اصغر)

(ii) فریڈل کرافٹ تعامل: اینی سول فریڈل کرافٹ تعامل کرتے ہیں یعنی الکائل اور ایسائل گروپ نابیدہ ایلومینیم کلورائڈ (ایک لیوئس ایسڈ) وسیط کی موجودگی میں الکائل ہیلائڈ یا ایسائل ہیلائڈ سے تعامل کر کے آرتھو اور پیرا مقامات پر متعارف ہوتے ہیں۔

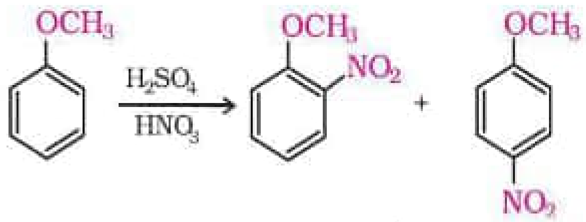


2-میتھا کسی ٹولوئین (اصغر) 4-میتھا کسی ٹولوئین (اکبر)



ایتھانوئل کلورائڈ 2-میتھا کسی ایسیٹو فینان (اصغر) 4-میتھا کسی ایسیٹو فینان (اکبر)

(iii) نائٹریشن (Nitration) : اینی سول مرتکز سلفیورک ایسڈ اور نائٹرک ایسڈ کے آمیزہ کے ساتھ تعامل کرکے آرتھو اور پیرا نائٹرو اینی سول بناتا ہے۔

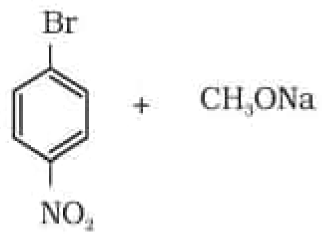


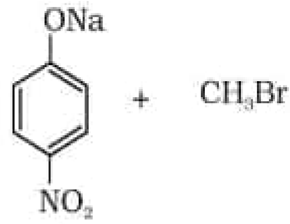
2-نائٹرو اینی سول (اصغر)   4-نائٹرو اینی سول (اکبر)

متن پر مبنی سوالات

11.10 ایتھنال اور 3-میتھائل پینٹین-2-آل سے شروع کرکے 2-ایتھاکسی 3-میتھائل پینٹین کی ولیم سن تالیف کے تعاملات لکھیے۔

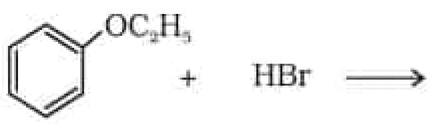
11.11 1-میتھاکسی-4-نائٹروبینزین کی تیاری کے لیے مندرجہ ذیل میں سے متعاملوں کا کون سا سیٹ موزوں ہے اور کیوں؟

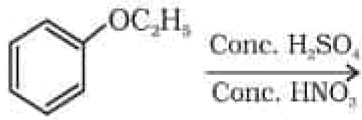
(i)


(ii)


11.12 مندرجہ ذیل تعاملات کے ماحصلات بتایئے۔

(i) $CH_3-CH_2-CH_2-O-CH_3+HBr \rightarrow$

(ii)


(iii)


(iv) $(CH_3)_3C-OC_2H_5 \xrightarrow{HI}$

خلاصہ

الکحل اور فینالس کی درجہ بندی (i) ہائڈراکسل گروپوں کی تعداد کی بنیاد پر اور (ii) اس کاربن ایٹم کی مخلوطیت sp^3 یا sp^2 کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے جس سے OH گروپ منسلک ہوتا ہے۔ **ایتھرس** کی درجہ بندی آکسیجن ایٹم سے منسلک گروپوں کی بنیاد پر کی جاتی ہے۔

الکحل (1) الکین (Alkene) کے ہائڈریشن کے ذریعہ (i) ایسڈ کی موجودگی میں (ii) ہائڈروبوریشن آکسیڈیشن (2) کاربونل مرکبات کے ذریعہ (i) وسیلی تحویل اور (ii) گرگنارڈ ریجنٹ کے عمل سے تیار کیے جاسکتے ہیں۔ فینالس (1) ہیلوایرینس میں ہیلوجن ایٹم اور ایرائل سلفونک ایسڈ میں سلفونک ایسڈ گروپ کو OH– گروپ سے بدل کر (2) ڈائی ایزونیم نمکوں کی آب پاشیدگی اور (3) صنعتی طور پر کیومین سے تیار کیے جاتے ہیں۔

الکحل کے نقطہ جوش مرکبات کے دیگر زمروں جیسے ہائڈروکاربن، ایتھرس اور ہیلوالکینس کے مقابلے زیادہ ہوتے ہیں۔ الکحل، فینالس اور ایتھرس کی پانی کے ساتھ انٹر مالیکیولر ہائڈروجن بندش بنانے کی صلاحیت انھیں پانی میں حل پذیر بنادیتی ہے۔

الکحل اور فینالس تیزابی نوعیت کے ہوتے ہیں۔ فینالس میں **الیکٹران ووڈرائنگ گروپ** اس کی تیزابی قوت میں اضافہ کرتا ہے اور **الیکٹران ریلیزنگ گروپ** اس میں کمی کا باعث ہے۔

الکحل، ہائڈروجن ہیلائڈ کے ساتھ نیوکلیوفلک بدل تعامل کرکے الکائل ہیلائڈ بناتے ہیں۔ الکحل کی نابیدگی (Dehydration) کے نتیجے میں الکینس (Alkanes) حاصل ہوتے ہیں۔ تکسید ہونے پر پرائمری الکحل معتدل تکسیدی ایجنٹ کے ساتھ الڈیہائڈ بناتے ہیں اور قوی تکسیدی ایجنٹ کے ساتھ کاربوکسلک ایسڈ بناتے ہیں جبکہ سیکنڈری الکحل کیٹونس (Ketones) بناتے ہیں۔ ٹرشری الکحل تکسید مزاحم ہوتے ہیں۔

فینالس میں OH گروپ کی موجودگی ایرومیٹک رنگ کو **الیکٹروفلک بدل** کے تئیں ایکٹیویٹ کرتا ہے اور آنے والے گروپ کو گمک اثر کی وجہ سے آرتھو اور پیرا پوزیشن پر ڈائریکٹ کرتا ہے۔ فینالس کے ریمر – ٹائی مین (Reimer-Tiemann) تعامل کے نتیجے میں سیلیسل ڈیہائڈ (Salicylaldehyde) بنتا ہے۔ سوڈیم ہائڈراکسائڈ کی موجودگی میں فینالس فیناکسائڈ آین بناتے ہیں جو کہ فینالس سے بھی زیادہ تعامل پذیر ہوتے ہیں اس طرح قلوی میڈیم میں فینالس کولبے تعامل (Kolbe's Reaction) انجام دیتے ہیں۔

ایتھرس (i) الکحل کی نابیدگی اور (ii) ولیم سن تالیف کے ذریعہ تیار کیے جاسکتے ہیں۔ ایتھرس کے نقطۂ جوش الکینس (Alkanes) کے نقطۂ جوش سے مشابہت رکھتے ہیں جبکہ ان کی حل پذیری یکساں سالماتی کمیت والے الکحل کے قریب قریب ہوتی ہے۔ ایتھرس میں C-O بانڈ ہائڈروجن ہیلائڈ کے ذریعہ شکستہ ہوسکتا ہے الیکٹروفلک بدل میں الکوکسی گروپ (Alkoxy group) ایرومیٹک رنگ کو ایکٹیویٹ کرتا ہے اور آنے والے گروپ کو آرتھو اور پیرا پوزیشن پر ڈائریکٹ کرتا ہے۔

مشق

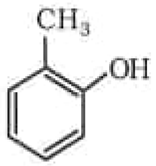
11.1 مندرجہ ذیل مرکبات کے IUPAC نام لکھیے۔

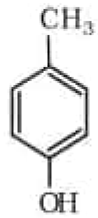
(i) $CH_3-CH(CH_3)-CH(OH)-C(CH_3)_2-CH_3$

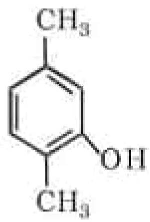
(ii) $H_3C-CH(OH)-CH_2-CH(OH)-CH(C_2H_5)-CH_2-CH_3$

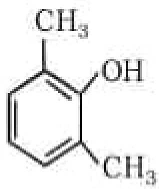
(iii) $CH_3-CH(OH)-CH(OH)-CH_3$

(iv) $HO-CH_2-CH(OH)-CH_2-OH$

(v) 

(vi) 

(vii) 

(viii) 

(ix) $CH_3-O-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$

(x) $C_6H_5-O-C_2H_5$

(xi) $C_6H_5-O-C_7H_{15}$(n–)

(xii) $CH_3-CH_2-O-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

11.2 ان مرکبات کی ساختیں لکھیے جن کے IUPAC نام ذیل میں دیے گئے ہیں۔

(i) 2-میتھائل بیوٹین-2-آل (2-Methylbutan-2-ol)

(ii) 1-فینائل پروپین-2-آل

(iii) 3،5-ڈائی میتھائل ہیکسین-1،3،5-ٹرائی آل (3,5-Dimethylhexane –1, 3, 5-triol)

(iv) 2،3-ڈائی ایتھائل فینالس (2,3 – Diethylphenol)

(v) 1-ایتھاکسی پروپین (1 – Ethoxypropane)

(vi) 2-ایتھاکسی-3-میتھائل پینٹین (2-Ethoxy-3-methylpentane)

(vii) سائیکلو ہیکسل میتھنال (Cyclohexylmethanol)

(viii) 3-سائیکلو ہیکسل پینٹین-3-آل (3-Cyclohexylpentan-3-ol)

(ix) سائیکلو پینٹ-3-این-1-آل (Cyclopent-3-en-1-ol)

(x) 4-کلورو-3-ایتھل بیوٹین-1-آل (4-Chloro-3-ethylbutan-1-ol)

11.3 (i) $C_5H_{12}O$ سالماتی فارمولہ والے آئسومیرک الکحل کی ساختیں بنائیے اور ان کے IUPAC نام لکھیے۔

(ii) 11.3(i) میں الکحل کے آئسومرکی درجہ بندی پرائمری، سیکنڈری ٹرشری الکحل کے تحت کیجیے۔

11.4 پروپینال کا نقطہ جوش بیوٹین (Butane) کے مقابلے زیادہ کیوں ہوتا ہے؟ وضاحت کیجیے۔

11.5 الکحل قابل موازنہ سالماتی کمیت والے ہائڈروکاربنوں کے مقابلے پانی میں زیادہ حل پذیر ہوتے ہیں۔ اس حقیقت کی وضاحت کیجیے۔

11.6 ہائڈروبوریشن تکسیدی تعامل سے کیا مراد ہے؟ اسے مثالوں کے ذریعہ واضح کیجیے۔

11.7 سالماتی فارمولہ C_7H_8O والے مونو ہائڈرک فینالس کے IUPAC نام اور ساختیں لکھیے۔

11.8 جب آرتھو اور پیرا نائٹروفینالس کا آمیزہ بھاپی کشید کے ذریعہ علاحدہ کیا جاتا ہے تو اس آئسومر کا نام بتائیے جو بھاپ طیران پذیر ہے۔ وجہ بتائیے۔

11.9 کیومین سے فینالس بنانے کے لیے ہونے والے تعامل کی مساوات لکھیے۔

11.10 کلوروبینزین سے فینالس بنانے کے لیے کیمیائی تعامل لکھیے۔

11.11 ایتھنال بنانے کے لیے ایتھین کے ہائڈریشن کا میکانزم لکھیے۔

11.12 آپ کو بینزین، مرتکز H_2SO_4 اور NaOH دیا گیا ہے۔ ان ریجنٹ کا استعمال کرکے فینالس بنانے کے لیے مساوات لکھیے۔

11.13 مندرجہ ذیل کی تالیف آپ کس طرح کریں گے؟

(i) مناسب الکین (Alkene) سے 1-فینائل ایتھنال

(ii) S_N2 تعامل کے ذریعہ الکائل ہیلائڈ کا استعمال کرکے سائیکلو ہیکسل میتھنال

(iii) مناسب الکائل ہیلائڈ کا استعمال کرکے پینٹین-1-آل (Pentan -1-ol)

11.14 فینالس کی تیزابی نوعیت کو ظاہر کرنے کے لیے دو تعاملات لکھیے۔

11.15 آرتھو میتھا کسی فینالس کے مقابلے آرتھو نائٹروفینالس زیادہ تیزابی کیوں ہے؟

11.16 بینزین رنگ کے کاربن سے منسلک OH- گروپ اسے الیکٹروفلک بدل کے تئیں کس طرح ایکٹیویٹ کرتا ہے؟ واضح کیجیے۔

11.17 مندرجہ ذیل تعاملات کی مساوات لکھیے:

(i) $KMnO_4$ محلول کے ساتھ پروپین-1-آل کی تکسید

(ii) فینالس کے ساتھ CS_2 میں برومین

(iii) فینالس کے ساتھ ڈائی لیوٹ HNO_3

(iv) آبی NaOH کی موجودگی میں فینالس کا کلوروفارم سے تعامل

11.18 مندرجہ ذیل کی وضاحت مثال کے ساتھ کیجیے۔

(i) کولبے کا تعامل

(ii) ریمر-ٹائی مین تعامل

(iii) ولیم سن ایتھرس تالیف

(iv) غیر متشاکل ایتھرس

11.19 ایتھین حاصل کرنے کے لیے ایتھنال کی تیزابی نابیدگی کا میکانزم لکھیے۔

11.20 مندرجہ ذیل تبدیلیاں کس طرح انجام دی جائیں گی؟

(i) پروپین ← پروپین-2-آل

(ii) بینزائل کلورائڈ ← بینزائل الکحل

(iii) ایتھائل میگنیشیم کلورائڈ ← پروپین-1-آل

(iv) میتھائل میگنیشیم برومائل ← 2-میتھائل پروپین-2-آل

11.21 مندرجہ ذیل تعاملات میں استعمال ہونے والے ریجنٹ کے نام لکھیے۔

(i) پرائمری الکحل کی کاربوکسلک ایسڈ میں تکسید

(ii) پرائمری الکحل کی الڈیہائڈ میں تکسید

(iii) 2،4،6-ٹرائی بروموفینالس حاصل کرنے کے لیے فینالس کا برومینیشن

(iv) بینزائل الکحل سے بینزوئک ایسڈ

(v) پروپین-2-آل کی نابیدگی سے پروپین (Propene)

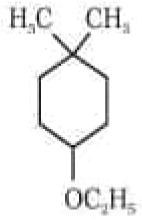
(vi) Butan-2-One سے بیوٹین-2-آل

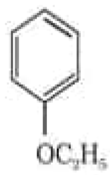
11.22 میتھاکسی میتھین کے مقابلے میں ایتھنال کا نقطۂ جوش بہت زیادہ ہوتا ہے۔ وجہ بتایئے۔

11.23 مندرجہ ذیل ایتھرس کے IUPAC نام لکھیے۔

(i) $C_2H_5OCH_2-CH(CH_3)-CH_3$ (ii) $CH_3OCH_2CH_2Cl$ (iii) $O_2N-C_6H_4-OCH_3(p)$

(iv) $CH_3CH_2CH_2OCH_3$

(v)


(vi)


11.24 ولیمسن تالیف کے ذریعہ مندرجہ ذیل ایتھرس بنانے کے لیے درکار ریجنٹ کے نام اور تعاملات لکھیے۔

(i) 1-پروپاکسی پروپین (1-Propoxypropane)

(ii) ایتھاکسی بینزین (Ethoxybenzene)

(iii) 2-میتھاکسی-2-میتھائل پروپین (2-Methoxy-2-methylpropane)

(iv) 1-میتھاکسی ایتھین

11.25 مخصوص قسم کے ایتھرس بنانے کے لیے ولیم سن تالیف کی حدود کی وضاحت مثالوں کی مدد سے کیجیے۔

11.26 پروپین-1-آل سے 1-پروپاکسی پروپین (1-propoxypropane) کی تالیف کس طرح کی جاتی ہے؟ اس تعامل کا میکانزم لکھیے۔

11.27 سیکنڈری یا ٹرشری الکحل کی تیزابی نابیدگی کے ذریعہ ایتھرس کی تیاری مناسب طریقہ نہیں ہے۔ وجہ بتایئے۔

11.28 مندرجہ ذیل کے ساتھ ہائڈروجن کے تعامل کی مساوات لکھیے۔

(i) 1-پروپاکسی پروپین

(ii) میتھاکسی بینزین اور

(iii) بینزائل ایتھائل ایتھرس

11.29 اس حقیقت کی تشریح کیجیے کہ الکائل ایرائل ایتھرس میں (i) الکوکسی گروپ بینزین رنگ کو الیکٹروفلک بدل کے تئیں ایکٹیوٹ کرتا ہے (ii) یہ آنے والے Substituent کو بینزین رنگ میں آرتھو اور پیرا پوزیشنوں کے لیے ڈائریکٹ کرتا ہے۔

11.30 میتھاکسی میتھین کے ساتھ HI کے تعامل کا میکانزم لکھیے۔

11.31 مندرجہ ذیل تعاملات کی مساواتیں لکھیے۔

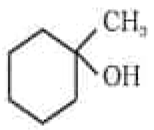
(i) فریڈل-کرافٹ تعامل-اینی سول کا الکائلیشن

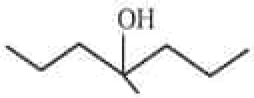
(ii) اینی سول کا نائٹریشن

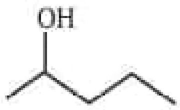
(iii) ایتھانک ایسڈ میڈیم میں اینی سول کا برومینیشن

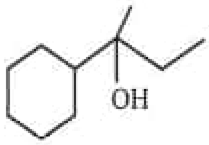
(iv) اینی سول کا فریڈل کرافٹ ایسیٹائلیشن

11.32 مناسب الکینس (Alkenes) کا استعمال کرکے آپ مندرجہ ذیل کی تالیف کس طرح کریں گے؟ دکھایئے۔

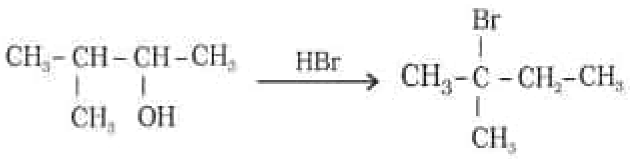
(i) 

(ii) 

(iii) 

(iv) 

11.33 جب 3-میتھائل بیوٹین-2-آل کا تعامل HBr کے ساتھ کرایا جاتا ہے تو مندرجہ ذیل تعامل ہوتا ہے۔



اس تعامل کا میکانزم لکھیے۔

(اشارہ: دوسرے مرحلہ میں بننے والے سیکنڈری کاربوکیٹ آین تیسرے کاربن ایٹم سے ہائڈرائڈ آین شفٹ کے ذریعہ زیادہ مستحکم ٹرشری کاربوکیٹ آین میں از سرنو مرتب ہو جاتا ہے۔)

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات

11.1 پرائمری الکحلس (i)، (ii)، (iii)

سیکنڈری الکحلس (iv) اور (v)

ٹرشری الکحلس (vi)

11.2 ایلیلک الکحل (Allylic Alcohol) (ii) اور (vi)

11.3 (i) 3-کلورومیتھائل-2-آئسو پروپائل پینٹین-1-آل

(ii) 2،5 ڈائی میتھائل ہیکسین-1،3-ڈائی آل

(iii) 3-بروموسائیکلو ہیکسانال

(iv) ہیکس-1-این-3-آل

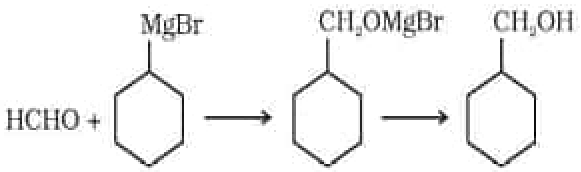
(v) 2-برومو-3-میتھائل بیوٹ-2-این-1-آل

11.4 (i)

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-MgBr + HCHO \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\overset{\overset{OMgBr}{|}}{CH_2} \xrightarrow{HO}$$

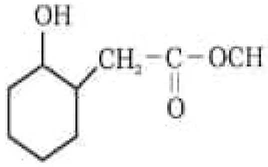
$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2OH + Mg(OH)Br$$

(ii)



11.5 (i) $CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3$

(ii)



(iii) $CH_3-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2OH$

11.7 (i) 1-میتھائل سائیکلو ہیکسین

(ii) بیوٹ-1-این اور بیوٹ-2-این کا مخلوط بنتا ہے جس میں بیوٹ-2-این ایک خاص ماحصل ہوتا ہے۔ کیوں کہ بازترتیبی کے ذریعے سیکنڈری کاربوکیٹ آئن بنتا ہے۔

11.10

$$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3 \xrightarrow{Na} CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-ONa$$

$$C_2H_5OH \xrightarrow{HBr} C_2H_5Br$$

$$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-ONa + C_2H_5Br \longrightarrow CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-OC_2H_5$$

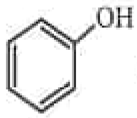
2-ایتھاکسی-3-میتھائل پینٹین

11.11 (ii)

11.12

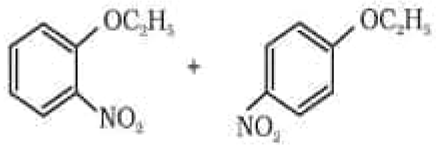
(i) $CH_3CH_2CH_2OH + CH_3Br$

(ii)



$+ \ C_2H_5Br$

(iii)



(iv) $(CH_3)_3C-I + C_2H_5OH$

اکائی

12

الڈیہائڈ، کیٹون اور کاربوکسلک ایسڈ (Aldehydes, Ketones and Carboxylic Acids

مقاصد

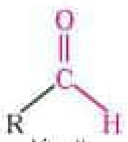
اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

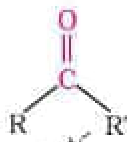
- الڈیہائڈ، کیٹون اور کاربوکسلک ایسڈ کے عام نام اور IUPAC نام لکھ سکیں گے؛
- کاربونل اور کاربوکسل فنکشنل گروپ (تفاعلی گروپ) پر مشتمل مرکبات کی ساختیں لکھ سکیں گے؛
- مرکبات کے ان زمروں کو بنانے کے اہم طریقوں اور تعاملات کو بیان کر سکیں گے؛
- الڈیہائڈ، کیٹون اور کاربوکسلک ایسڈ کی طبیعی خصوصیات نیز کیمیائی تعاملات اور ان کی ساختوں کے مابین تعلق قائم کر سکیں گے؛
- الڈیہائڈ اور کیٹون کے چند منتخب کیمیائی تعاملات کا میکانزم واضح کر سکیں گے؛
- کاربوکسلک ایسڈوں کی تیزابیت اور ان کے تعاملات کو متاثر کرنے والے عوامل کو سمجھ سکیں گے۔
- الڈیہائڈ، کیٹون اور کاربوکسلک ایسڈ کے استعمال کا بیان کر سکیں گے؛

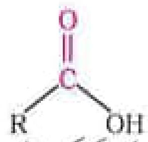
کاربونل مرکبات کو نامیاتی کیمیا میں اہم ترین مقام حاصل ہے۔ یہ کپڑوں، پلاسٹک، دواؤں اور خوشبو عطا کرنے والے مادوں کے اجزائے ترکیبی ہیں۔

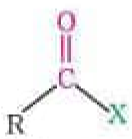
گزشتہ اکائی میں آپ نے ان نامیاتی مرکبات کا مطالعہ کیا ہے جن کے فنکشنل گروپ میں کاربن-آکسیجن واحد بانڈ موجود ہوتا ہے۔ اس اکائی میں ہم ان نامیاتی مرکبات کا مطالعہ کریں گے جو کاربن-آکسیجن ڈبل بانڈ ($>C=O$) یعنی کاربونل گروپ پر مشتمل ہوتے ہیں۔ کاربونل گروپ نامیاتی کیمیا میں اہم ترین فنکشنل گروپ ہے۔

الڈیہائڈ میں کاربونل گروپ کاربن اور ہائڈروجن کے ساتھ منسلک ہوتا ہے جبکہ کیٹون میں یہ دو کاربن ایٹموں کے ساتھ بندش کرتا ہے۔ کاربونل مرکبات جن میں کاربونل گروپ کا کاربن، یا ہائیڈروجن سے اور ہائیڈروکسل موئٹی کے آکسیجن کے ساتھ بندش کرتا ہے، کاربوکسلک ایسڈ (Carboxylic acid) کہلاتے ہیں۔ جبکہ وہ مرکبات جن میں کاربن، کاربن سے یا ہائیڈروجن سے NH_2–موئٹی کی نائٹروجن اور ہیلوجن سے منسلک ہوتا ہے بالترتیب ایمائڈ (Amides) اور ایسائل ہیلائڈی (Acylyhalidy) کہلاتے ہیں۔ ایسٹر اینہائڈرائڈ کاربولک ایسڈ کے مشتق ہوتے ہیں۔ مرکبات کے ان زمروں کے جنرل فارمولے ذیل میں دیے گئے ہیں۔

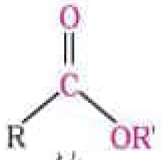

الڈیہائڈ


کیٹون

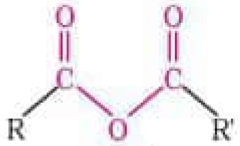

کاربوکسلک ایسڈ


ایسائل ہیلائڈ X:=(ہیلوجن)


ایمائڈ

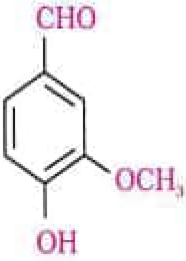


ایسٹر

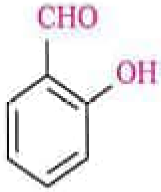


ایسڈ اینہائڈرائڈ

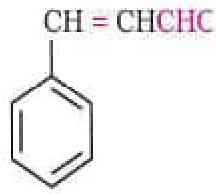
الڈیہائڈ، کیٹون اور کاربوکسلک ایسڈ حیواناتی اور نباتاتی کنگڈم میں بڑے پیمانے پر پائے جاتے ہیں۔ یہ زندگی کے حیاتیاتی کیمیائی عملوں میں اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ یہ قدرتی ماحول کو معطر بناتے ہیں۔ مثال کے طور پر ونیلین (Vanillin) جو کہ ونیلا کی پھلیوں سے حاصل ہوتا ہے، سیلیسل ڈیہائڈ (From meadow sweet) اور سنمل ڈیہائڈ (Cinnamaldehyde) (From cinnamon) خوشنما مہک عطا کرتے ہیں۔



ونیلین



سیلیسیلال ڈیہائڈ



سنامل ڈیہائڈ

ان کا استعمال کئی غذائی مصنوعات اور فارمیسوٹیکل میں لذت آفریں مادوں کے طور پر کیا جاتا ہے۔ ان میں سے کچھ کو محلل (مثلاً ایسیٹون) کے طور پر استعمال کرنے کے لیے اور چپکانے والے مادے، روغن، ریزن، پرفیوم، پلاسٹک، کپڑے وغیرہ بنانے والے مادوں کو بنانے کے لیے تیار کیا گیا ہے۔

12.1 کاربونل گروپ کا تسمیہ اور ساخت (Nomenclature and Structure of Carbonyl Group)

12.1.1 تسمیہ (Nomenclature)

I. الڈیہائڈ اور کیٹون (Aldehydes and Ketones)

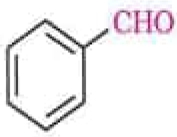
الڈیہائڈ اور کیٹون سادہ ترین اور اہم ترین کاربونل مرکبات ہیں۔ الڈیہائڈ اور کیٹون کے تسمیہ کے دو نظام ہیں۔

(a) عام نام (Common Names)

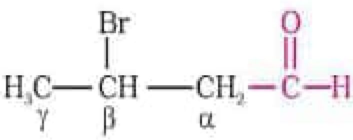
الڈیہائڈ اور کیٹون کو عام طور سے IUPAC ناموں کے بجائے عام ناموں سے پکارا جاتا ہے۔ زیادہ تر الڈیہائڈ کے عام نام نظیری کاربوکسلک ایسڈوں (سیکشن 12.6) کے عام نام کے آخر میں ایسڈ کے -ic کو الڈیہائڈ سے بدل کر اخذ کیا جاتا ہے۔ اسی وقت نام ایسڈ یا الڈیہائڈ کے اصل ماخذ کے لیے لاطینی یا یونانی اصطلاح کی عکاسی کرتے ہیں۔ کاربن زنجیر میں Substituent کے مقام کو یونانی حروف α، β، γ، δ وغیرہ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ α-کاربن وہ ہے جس سے الڈیہائڈ گروپ براہِ راست منسلک ہے، اس کے بعد β-کاربن اور اسی طرح آگے۔ مثال کے طور پر

CH_3CHO

ایسیٹل ڈیہائڈ

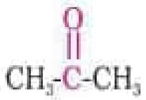


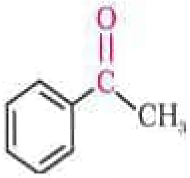
بینزل ڈیہائڈ

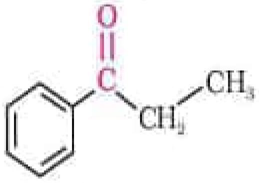


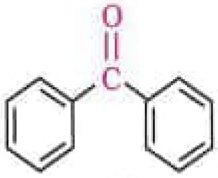
β-برومو بیوٹائرل ڈیہائڈ

کیٹون کے عام نام کاربونل گروپ سے منسلک دو الکائل یا ایرائل گروپ کے نام سے اخذ کیے جاتے ہیں۔ Substituents کے مقامات کاربونل گروپ سے اگلے کاربن ایٹموں سے شروع کرتے ہوئے یونانی حروف α، α' ،β β' کے ذریعہ ظاہر کیے جاتے ہیں۔ کچھ کیٹون اپنے تاریخی ناموں سے جانے جاتے ہیں۔ سادہ ترین ڈائی میتھائل کیٹون، ایسیٹون (Acetone) کہلاتا ہے۔ الکائل فنائل کیٹون کے نام عام طور سے لفظ فینان کے ساتھ سابقہ ایسائل گروپ (Acyl group) کا نام لگا کر لکھے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر


ایسیٹون


ایسیٹوفینان

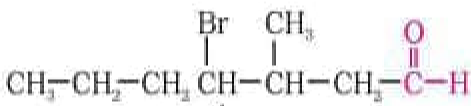

پروپیوفینان

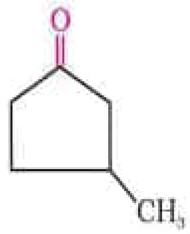

بینزوفینان

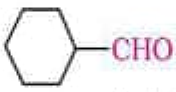
(b) IUPAC نام:

کھلی زنجیر والے ایلفیٹک الڈیہائڈ اور کیٹون کے IUPAC نام نظیری الکین (Alkanes) کے آخر میں e- کو بالترتیب al- اور one- سے بدل کر اخذ کیے جاتے ہیں۔ الڈیہائڈ کے معاملے میں سب سے لمبی کاربن زنجیر کی نمبر سازی اس کاربن سے شروع کی جاتی ہے جس پر الڈیہائڈ گروپ موجود ہے جبکہ کیٹون کے معاملے میں اس سرے سے نمبر سازی کی جاتی ہے جس طرف سے کاربونل گروپ نزدیک ہوتا ہے۔ Substituents کو حروف تہجی کی ترتیب میں سابقہ کے طور پر ان اعداد کے ہمراہ لکھا جاتا ہے جو کاربن زنجیر میں ان کے مقام کو ظاہر کرتے ہیں۔ بالکل یہی طریقہ سائکلک کیٹون کے ساتھ بھی اختیار کیا جاتا ہے جہاں کاربونل گروپ کو 1 نمبر عطا کیا جاتا ہے۔ جب الڈیہائڈ گروپ رنگ سے منسلک ہوتا ہے تو سائکلو الکین کے مکمل نام کے بعد کاربل ڈیہائڈ (Carbaldehyde) جوڑ دیا جاتا ہے۔ رنگ کاربن ایٹموں کی نمبر سازی اس کاربن سے شروع کرتے ہیں جو الڈیہائڈ گروپ سے منسلک ہے۔ بینزین رنگ میں الڈیہائڈ گروپ پر مشتمل سادہ ترین ایرومیٹک الڈیہائڈ کا نام بینزین کاربل ڈیہائڈ ہے۔ تاہم عام نام (Benzaldehyde) بھی IUPAC کی رو سے صحیح ہے۔ دیگر ایرومیٹک الڈیہائڈ کے نام بدل شدہ (substituted) بینزل ڈیہائڈ کے طور پر رکھے جاتے ہیں۔

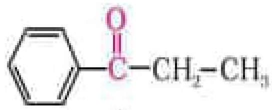

ایتھنال


4-برومو 3-میتھائل ہیپٹانال

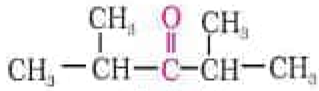

3-میتھائل سائکلو پینٹانون

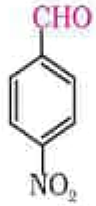

سائکلو ہیکسانیکاربلڈیہائڈ

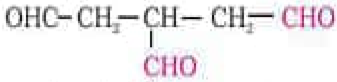

پینٹ-2-اینال


1-فینائل پروپین-1-اون


3-آکسوپینٹنل


2،4-ڈائی میتھائل پینٹین-3-اون

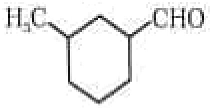
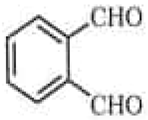
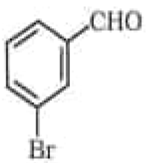
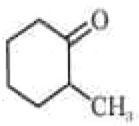

4-نائٹروبینزین کاربل ڈیہائڈ
یا
4-نائٹروبینزل ڈیہائڈ


پروپین-1،2،3-ٹرائی کاربل ڈیہائڈ

[نوٹ: سبھی الڈیہائڈ گروپوں کو یکساں طور پر ظاہر کرنے کے لیے مرکب کا نام مندرجہ بالا طریقے سے دیا جاتا ہے۔]

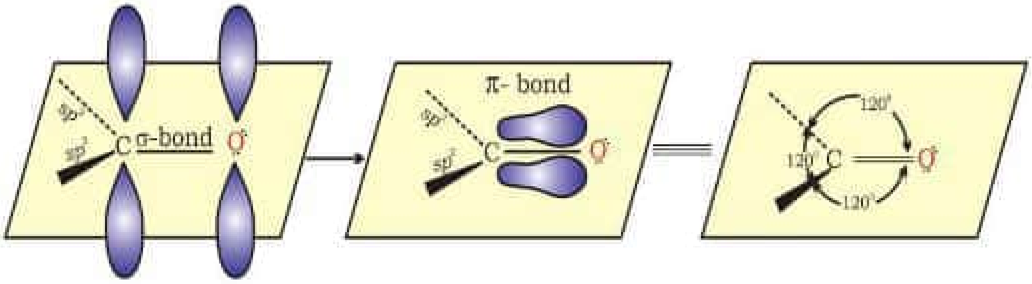
کچھ الڈیہائڈ اور کیٹون کے عام اور IUPAC نام جدول 12.1 میں دیے گئے ہیں۔

جدول 12.1 کچھ الڈیہائڈ اور کیٹون کے عام نام اور IUPAC نام

ساخت	عام نام	IUPAC نام
الڈیہائڈ		
$HCHO$	فارملڈیہائڈ	میتھنل
CH_3CHO	ایسیٹیلڈیہائڈ	ایتھنل
$(CH_3)_2CHCHO$	آئسوبیوٹائرلڈیہائڈ	2-میتھائل پروپینل
	γ-میتھائل سائکلوہیکسین کاربوڈیہائڈ	3-میتھائل سائکلوہیکسین کاربل ڈیہائڈ
$CH_3CH(OCH_3)CHO$	میتھاکسی پروپیونل ڈیہائڈ	2-میتھاکسی پروپینل
$CH_3CH_2CH_2CH_2CHO$	ویلیرلڈیہائڈ	پینٹینل
$CH_2{=}CHCHO$	ایکرولین	پروپ-2-اینل
	پی تھیلڈیہائڈ	بینزین-1،2-ڈائی کاربل ڈیہائڈ
	m-بروموبینزل ڈیہائڈ	3-بروموبینزین کاربل ڈیہائڈ یا 3-بروموبینزین الڈیہائڈ
کیٹون		
$CH_3COCH_2CH_2CH_3$	میتھائل n-پروپائل کیٹون	پینٹین-2-اون
$(CH_3)_2CHCOCH(CH_3)_2$	ڈائی آئسوپروپائل کیٹون	2،4-ڈائی میتھائل پینٹین-3-اون
	α-میتھائل سائکلوہیکسینون	2-میتھائل سائکلوہیکسانون
$(CH_3)_2C{=}CHCOCH_3$	میسٹل آکسائڈ	4-میتھائل پینٹ-3-این-2-اون

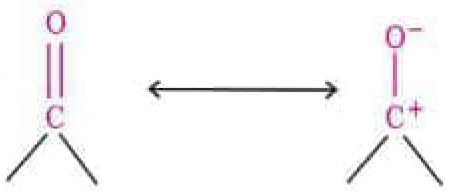
12.1.2 کاربونل گروپ کی ساخت (Structure of the Carbonyl Group)

کاربونل کاربن ایٹم sp^2 مخلوط شدہ ہوتا ہے اور تین سگما (σ) بانڈ بناتا ہے۔ کاربن کا چوتھا ویلنس الیکٹران اس کے p اربٹل میں ہی رہتا ہے اور آکسیجن کے p-اربٹل کے ساتھ منطبق ہو کر آکسیجن کے ساتھ π بانڈ بناتا ہے۔ اس کے ساتھ ساتھ آکسیجن میں بھی دو غیر بندشی الیکٹران جوڑے ہوتے ہیں۔ اس طرح کاربونل اور اس سے منسلک تین ایٹم ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں اور p-الیکٹران بادل اس مستوی کے اوپر اور نیچے ہوتا ہے۔ بانڈ زاویہ تقریباً 120 ہے جیسا کہ ٹرائی گونل کو پلینر ساخت سے متوقع ہے (شکل 12.1)۔



شکل 12.1 کاربونل گروپ کی تشکیل کے لیے اربٹل ڈائی گرام

کاربن کے مقابلے آکسیجن کی برقی منفیت زیادہ ہونے کی وجہ سے کاربن-آکسیجن ڈبل بانڈ تقطیب شدہ ہو جاتا ہے۔ اس طرح کاربونل کاربن الیکٹروفلک (لیوئس تیزاب) اور کاربونل آکسیجن نیوکلیوفلک (لیوئس اساس) مرکز ہے۔ کاربونل مرکبات حقیقی ڈائی پول مومنٹ کے حامل ہوتے ہیں اور ایتھر کے مقابلے قطبی ہوتے ہیں۔ کاربونل گروپ کی بہت زیادہ قطبیت کو گمک کی بنیاد پر واضح کیا جا سکتا ہے جس میں تعدیلی (A) اور دو قطبی (B) ساختیں شامل ہیں جیسا کہ دکھایا گیا ہے۔



(A) (B)

متن پر مبنی سوالات

12.1 مندرجہ ذیل مرکبات کی ساختیں لکھیے:

(i) α-میتھاکسی پروپائونل ڈیہائڈ (α-Methoxypropionaldehyde)

(ii) 3-ہائڈراکسی بیوٹانل (3-Hydroxybutanal)

(iii) 2-ہائڈراکسی سائکلوپینٹین کاربل ڈیہائڈ (2-Hydroxycyclopentane carbaldehyde)

(iv) 4-آکسوپینٹانل (4-Oxopentanal)

(v) ڈائی-سیکنڈری بیوٹائل کیٹون (Di-sec. butyl ketone)

(vi) 4-فلوروایسیٹو فینان (4-Fluoroacetophenone)

12.2 الڈیہائڈ اور کیٹون کی تیاری (Preparation of Aldehydes and Ketones)

الڈیہائڈ اور کیٹون بنانے کے کچھ اہم طریقے مندرجہ ذیل ہیں:

12.2.1 الڈیہائڈ اور کیٹون کی تیاری (Preparation of Aldehydes and Ketones)

.1 الکوحل کی تکسید کے ذریعہ (By Oxidation of Alcohols)

الڈیہائڈ اور کیٹون عام طور سے بالترتیب پرائمری اور سیکنڈری الکوحل کی تکسید کے ذریعہ تیار کیے جاتے ہیں (اکائی 11، کلاس XII)۔

.2 الکوحل کی نابیدگی کے ذریعہ (By Dehydrogenation of Alcohols)

یہ طریقہ طیران پذیر الکوحل کے لیے موزوں ہے۔ اس طریقے میں الکوحل کے بخارات کو بھاری دھاتی وسیط (Cu یا Ag) کے اوپر سے گزارا جاتا ہے پرائمری اور سیکنڈری الکوحل بالترتیب الڈیہائڈ اور کیٹون بناتے ہیں (اکائی 11، کلاس XII)۔

.3 ہائڈرو کاربنوں سے (From Hydrocarbons)

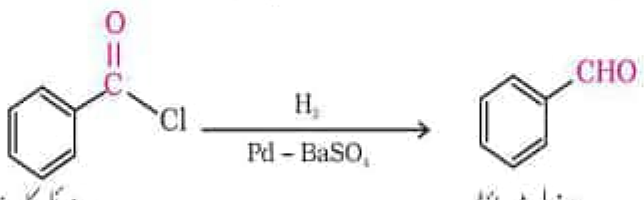
(i) الکین کی اوزون پاشی کے ذریعہ (By ozonolysis of alkenes): جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ الکین (Alkene) کی اوزون پاشی (Ozonolysis) زنک ڈسٹ اور پانی کے ساتھ تعامل کے ذریعہ کی جاتی ہے جس سے الڈیہائڈ، کیٹون یا دونوں کا آمیزہ حاصل ہوتا ہے اس کا انحصار الکین (Alkene) کے سبسٹی ٹیوشن پیٹرن پر ہوتا ہے (اکائی 13، کلاس XI)۔

(ii) الکائن کے ہائڈریشن سے (By hydration of alkynes): H_2SO_4 اور $HgSO_4$ کی موجودگی میں ایتھائن میں پانی ملانے سے ایسیٹل ڈیہائڈ حاصل ہوتا ہے۔ باقی سبھی الکائن اس تعامل سے کیٹون بناتے ہیں (اکائی 13، کلاس XI)۔

12.2.2 الڈیہائڈ کی تیاری (Preparation of Aldehydes)

.1 ایسائل کلورائڈ (ایسڈ کلورائڈ) سے [From acyl chloride (acid chloride)]

ایسائل کلورائڈ (ایسڈ کلورائڈ) پیلیڈیم یا بیریم سلفیٹ وسیط کے اوپر ہائڈروجینیٹڈ ہو جاتے ہیں۔ اس تعامل کو روسنمنڈ تحویل (Rosenmund Reduction) کہتے ہیں۔



.2 نائٹرائل اور ایسٹر سے (From nitriles and esters)

نائٹرائل، ہائڈروکلورک ایسڈ کی موجودگی میں اسٹینس کلورائڈ کے ساتھ تعامل کرکے نظیری imine میں تحویل ہو جاتے ہیں جو آب پاشیدگی کے نتیجے میں نظیری الڈیہائڈ بناتا ہے۔

$$RCN + SnCl_2 + HCl \longrightarrow RCH = NH \xrightarrow{H_3\overset{+}{O}} RCHO$$

یہ تعامل اسٹیفن تعامل کہلاتا ہے۔

متبادل طور پر نائٹرائل انتخابی طور پر ڈائی آئسو بیوٹائل ایلیومینیم ہائڈرائڈ (DIBAL-H) کے ذریعہ imines میں تحویل ہوجاتے ہیں جو آب پاشیدہ ہوکر الڈیہائڈ بناتے ہیں۔

$$RCN \xrightarrow[2.\ H_2O]{1.\ AlH(i\text{-}Bu)_2} R\text{-}CHO$$

$$CH_3-CH{=}CH\text{-}CH_2CH_2\text{-}CN \xrightarrow[2.\ H_2O]{1.\ AlH(i\text{-}Bu)_2} CH_3-CH{=}CH\text{-}CH_2CH_2\text{-}CHO$$

اسی طرح، ایسٹر بھی DIBAL-H کے ساتھ تحویل ہوکر الڈیہائڈ بناتے ہیں۔

$$CH_3(CH_2)_9-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-OC_2H_5 \xrightarrow[2.\ H_2O]{1.\ DIBAL\text{-}H} CH_3(CH_2)_9-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H$$

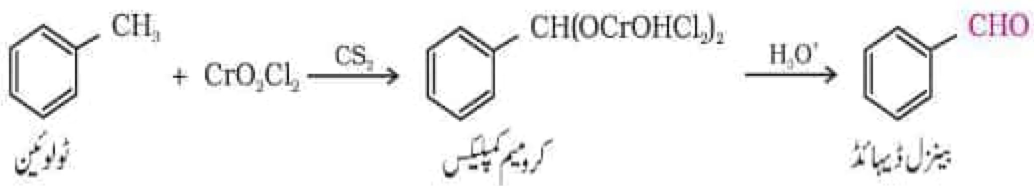
3. ہائڈروکاربن سے (From Hydrocarbons)

ایرومیٹک الڈیہائڈ (بینزل ڈیہائڈ اور اس کے مشتق) مندرجہ ذیل طریقوں کے ذریعہ ایرومیٹک ہائڈروکاربنوں سے تیار کیے جاتے ہیں۔

(i) میتھائل بینزین کی تکسید کے ذریعہ (By Oxidation of Methylbenzene):

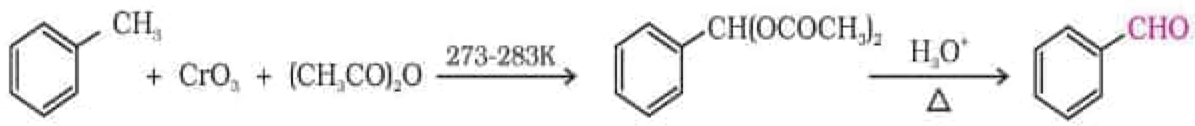
قوی تکسیدی ایجنٹ ٹولوئین اور اس کے مشتقوں کی بینزوئک ایسڈ میں تکسید کردیتے ہیں۔ حالانکہ، الڈیہائڈ اسٹیج پر کسی مناسب ریجنٹ کا استعمال کرکے تکسید کو روکنا ممکن ہے۔ ریجنٹ میتھائل گروپ کو ایک انٹرمیڈیئٹ میں تبدیل کردیتے ہیں جس کی مزید تکسید مشکل ہے۔ اس مقصد کے لیے مندرجہ ذیل طریقے بروئے کار لائے جاتے ہیں۔

(a) کرومل کلورائڈ (CrO_2Cl_2) کا استعمال: کرومل کلورائڈ، میتھائل گروپ کی کرومیم کمپلیکس میں تکسید کردیتا ہے جو آب پاشیدگی کے ذریعہ نظیری بینزل ڈیہائڈ (Benzaldehyde) بناتا ہے۔



یہ تعامل ایٹارڈ تعامل (Etord reaction) کہلاتا ہے۔

(b) کرومک آکسائڈ (CrO_3) کا استعمال: ٹولوئین یا بدل شدہ ٹولوئین، ایسیٹک این ہائڈرائڈ میں کرومک آکسائڈ سے تعامل کرکے بینزائلیڈین ڈائی ایسیٹیٹ (Benzylidene diacetate) میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ بینزائلیڈین ڈائی ایسیٹیٹ آبی ایسڈ کے ساتھ آب پاشیدہ ہوکر نظیری بینزل ڈیہائڈ بناتا ہے۔



بینزل ڈیہائڈ

(ii) جانبی زنجیر کلورینیشن اور پھر آب پاشیدگی کے ذریعہ:

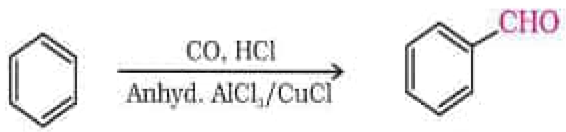
ٹولوئین کے جانبی زنجیر کلورینیشن سے بینزل کلورائڈ بنتا ہے جو ہائڈرولسس کے ذریعہ بینزل ڈیہائڈ بناتا ہے۔ یہ بینزل ڈیہائڈ بنانے کا تجارتی طریقہ ہے۔



ٹولوئین — بینزل کلورائڈ — بینزل ڈیہائڈ

(iii) گیٹرمین — کوچ تعامل (By Gatterman - Koch reaction)

بینزین اور اس کے مشتق نابیدہ ایلومینیم کلورائڈ یا کیوپرس کلورائڈ کی موجودگی میں کاربن مونو آکسائڈ سے تعامل کرکے بینزل ڈیہائڈ یا بدل بینزل ڈیہائڈ بناتے ہیں۔



بینزین — بینزل ڈیہائڈ

یہ تعامل گیٹرمین کوچ تعامل کہلاتا ہے۔

12.2.3 کیٹون کی تیاری (Preparation of Ketones)

1. ایسائل کلورائڈ سے (From Acyl Chlorides)

ایسائل کلورائڈ، ڈائی الکائل کیڈمیم (جسے گرگنارڈ ریجنٹ اور کیڈمیم کلورائڈ کے تعامل سے بنایا جاتا ہے) سے تعامل کرکے کیٹون بناتا ہے۔

$$2\,R-Mg-X + CdCl_2 \longrightarrow R_2Cd + 2Mg(X)Cl$$

$$2\,R'-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-Cl + R_2Cd \longrightarrow 2\,R'-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R + CdCl_2$$

2. نائٹرائل سے (From Nitriles)

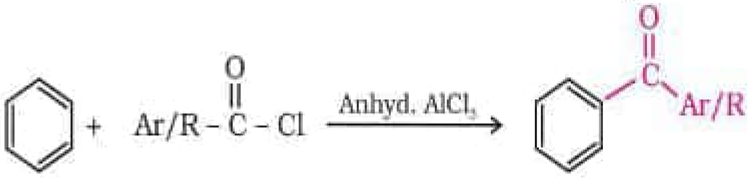
نائٹرائل کی گرگنارڈ ریجنٹ سے تعامل کے بعد آب پاشیدگی سے کیٹون حاصل ہوتے ہیں۔

$$CH_3-CH_2-C\equiv N + C_6H_5MgBr \xrightarrow{\text{ایتھر}} CH_3CH_2-C(=NMgBr)-C_6H_5 \xrightarrow{H_3O^+} C_2H_5-C(=O)-C_6H_5$$

پروپایوفینان
(1-فینائل پروپینان)

3. بینزین یا بدل شدہ بینزینس سے (From Benzene or Substituted Benzenes)

جب بینزین یا بدل شدہ بینزین کا نابیدہ ایلیومنیم کلورائڈ کی موجودگی میں ایسڈ کلورائڈ کے ساتھ تعامل کرایا جاتا ہے تو یہ نظیری کیٹون بناتی ہے۔ یہ تعامل فریڈل کرافٹس ایسائلیشن (Friedal-Crafts acylation) تعامل کہلاتا ہے۔



مثال 12.1 مندرجہ ذیل تبدیلیوں کو انجام دینے کے لیے ریجنٹ کے نام بتائیے:

(i) ہیکسین-1-آل کو ہیکسانل میں (Hexan-1-ol to hexanal)

(ii) سائیکلو ہیکسانال کی سائیکلو ہیکسانون میں (Cyclohexanol to cyclohexanone)

(iii) p-فلوروٹولوئین کی p-فلوروبینزل ڈیہائڈ میں (*p*-Fluorotoluene to *p*-fluorobenzaldehyde)

(iv) ایتھین نائٹرائل کی ایتھنال میں (Ethanenitrile to ethanal)

(v) ایلل الکوحل کی پروپینل میں (Allyl alcohol to propenal)

(vi) بیوٹ-2-این کی ایتھنل میں (But-2-ene to ethanal)

حل

(i) $C_5H_5NH^+CrO_3Cl^-$ (PCC) (ii) تیزابی میڈیم میں $K_2Cr_2O_7$

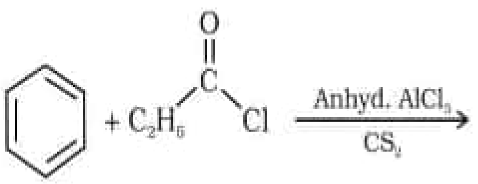
(iii) ایسیٹک این ہائڈرائڈ/1. CrO_2Cl_2-HOH 2 کی موجودگی میں CrO_3

(iv) (ڈائی آئسو بیوٹائل) ایلیومنیم ہائڈرائڈ (DIBAL-H)

(v) PCC (vi) O_3/H_2O-Zn dust

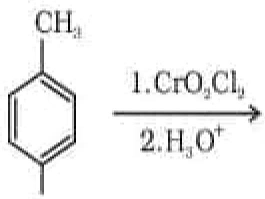
متن پر مبنی سوالات

12.2 مندرجہ ذیل تعاملات کے نتیجے میں بننے والے ماحصلات کی ساختیں لکھیے۔

(i) 

(ii) $(C_6H_5CH_2)_2Cd + 2\,CH_3COCl \rightarrow$

(iii) $H_3C-C\equiv C-H \xrightarrow{Hg^{2+},\ H_2SO_4}$

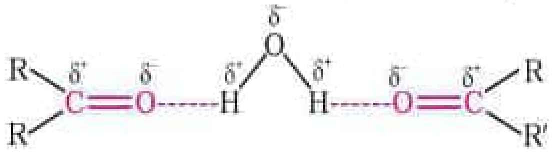
(iv) 

12.3 طبعی خصوصیات (Physical Properties)

الڈیہائڈ اور کیٹون کی طبعی خصوصیات کو ذیل میں بیان کیا جارہا ہے۔
میتھنل (Methanal) کمرہ کے درجۂ حرارت پر گیس ہے۔ ایتھنل طیران پذیر رقیق ہے۔ دیگر الڈیہائڈ اور کیٹون کمرہ کے درجۂ حرارت پر رقیق یا ٹھوس ہیں۔ الڈیہائڈ اور کیٹون کے نقطۂ جوش ان کے مقابلہ کے سالماتی کمیت والے ہائڈروکاربن اور ایتھر سے زیادہ ہیں۔ الڈیہائڈ اور کیٹون میں کمزور سالماتی اتحاد کی وجہ سے ڈائی پول باہمی عمل اس کا سبب ہے۔ ان کے نقطۂ جوش یکساں سالماتی کمیت والے الکوحل کے مقابلے کم ہوتا ہے۔ انٹر سالماتی ہائڈروجن بنڈش کی غیر موجودگی اس کا سبب ہے۔ ذیل میں سالماتی کمیت 58 اور 60 والے مرکبات کو ان کے نقطۂ جوش کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں رکھا گیا ہے۔

Molecular Mass	b.p.(K)	
58	273	n-بیوٹین (n-Butane)
60	281	میتھاکسی ایتھین (Methoxyethane)
58	322	پروپینل (Propanal)
58	329	ایسیٹون (Acetone)
60	370	پروپین-1-آل (Propan-1-ol)

الڈیہائڈ اور کیٹون کے زیریں ممبران جیسے میتھنل، ایتھنل اور پروپینون پانی میں سبھی تناسب میں حل پذیر ہیں کیونکہ یہ پانی کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بناتے ہیں۔



تاہم، الڈیہائڈ اور کیٹون کی حل پذیری الکائل زنجیر کی لمبائی میں اضافہ کے ساتھ ساتھ بڑھتی ہے۔ سبھی الڈیہائڈ اور کیٹون نامیاتی محلول جیسے بینزین، ایتھر، میتھانال، کلوروفارم وغیرہ میں حل پذیر ہیں۔ نچلے الڈیہائڈوں میں تیکھی بو آتی ہے جیسے جیسے سالمہ کے سائز میں اضافہ ہوتا ہے بو کم تیکھی ہوتی جاتی ہے اور وہ خوشبودار ہوتے جاتے ہیں۔ درحقیقت قدرتی طور پر پائے جانے والے کئی الڈیہائڈ اور کیٹون کا استعمال خوشبو اور مہک لانے والے ایجنٹ کے طور پر کیا جاتا ہے۔

مثال 12.2 مندرجہ ذیل مرکبات کو ان کے نقطۂ جوش کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے۔

$CH_3CH_2CH_2CHO$, $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$, $H_5C_2\text{-}O\text{-}C_2H_5$, $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

حل ان مرکبات کی سالماتی کمیتیں 72 سے 74 کی رینج میں ہیں کیونکہ صرف بیوٹین-1-آل کے سالمات بہت زیادہ انٹر سالماتی ہائڈروجن بنڈش کی وجہ سے ایک دوسرے سے جڑے رہتے ہیں لہٰذا بیوٹین-1-آل

کا نقطۂ جوش سب سے زیادہ ہے۔ بیوٹنل، ایتھاکسی ایتھین کے مقابلے زیادہ قطبی ہے۔ لہٰذا بیوٹنل میں انٹر سالماتی ڈائی پول-ڈائی پول قوت کشش زیادہ ہوتی ہے۔ n-پینٹین سالمات میں صرف کمزور وانڈر وال قوتیں ہوتی ہیں۔ اس طرح دیے ہوئے مرکبات کے نقطۂ جوش کی بڑھتی ہوئی ترتیب مندرجہ ذیل ہے:

$CH_3CH_2CH_2CH_3 < H_5C_2\text{-}O\text{-}C_2H_5 < CH_3CH_2CH_2CHO < CH_3CH_2CH_2CH_2OH$

متن پر مبنی سوالات

12.3 مندرجہ ذیل مرکبات کو ان کے نقطہ جوش کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے:

CH_3CHO, CH_3CH_2OH, CH_3OCH_3, $CH_3CH_2CH_3$

12.4 کیمیائی تعاملات (Chemical Reactions)

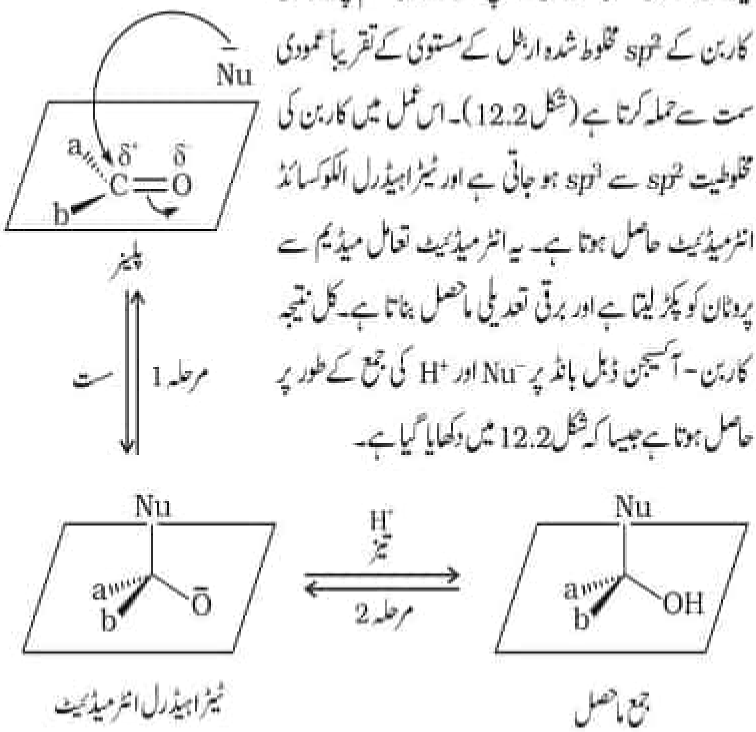
کیونکہ الڈیہائڈ اور کیٹون دونوں ہی کاربونل فنکشنل گروپ پر مشتمل ہوتے ہیں لہٰذا یہ یکساں کیمیائی تعاملات کو ظاہر کرتے ہیں۔

1. نیوکلیوفلک جمع تعاملات (Nucleophilic addition reactions)

الیکٹروفلک جمع تعاملات کے برعکس الڈیہائڈ اور کیٹون نیوکلیوفلک جمع تعاملات کرتے ہیں۔

(i) نیوکلیوفلک جمع تعاملات کا میکانزم (Mechanism of nucleophilic addition reactions)

ایک نیوکلیوفائل، قطبی کاربونل گروپ کے کاربن ایٹم پر کاربونل کاربن کے sp^2 مخلوط شدہ اربٹل کے مستوی کے تقریباً عمودی سمت سے حملہ کرتا ہے (شکل 12.2)۔ اس عمل میں کاربن کی مخلوطیت sp^2 سے sp^3 ہو جاتی ہے اور ٹیٹرا ہیڈرل الکوکسائڈ انٹرمیڈیئٹ حاصل ہوتا ہے۔ یہ انٹرمیڈیئٹ تعامل میڈیم سے پروٹان کو پکڑ لیتا ہے اور برقی تعدیلی ماحصل بناتا ہے۔ کل نتیجہ کاربن-آکسیجن ڈبل بانڈ پر Nu^- اور H^+ کی جمع کے طور پر حاصل ہوتا ہے جیسا کہ شکل 12.2 میں دکھایا گیا ہے۔



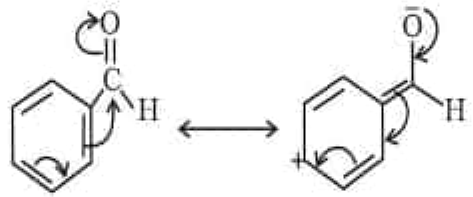
شکل 12.2 کاربونل کاربن پر نیوکلیوفلک حملہ

(ii) تعاملیت (Reactivity)

اسٹیرک (Steric) اور الیکٹرانک وجوہات کی بنا پر نیوکلیوفلک جمع تعاملات میں الڈیہائڈ کیٹون کے مقابلے زیادہ تعامل پذیر ہیں۔ اسٹیرک اعتبار سے کیٹون میں دو نسبتاً بڑے Substituent الڈیہائڈ (جس میں اس قسم کا صرف ایک Substituent ہوتا ہے) کے مقابلے کاربونل کاربن پر نیوکلیوفائل کو پہنچنے سے روکتا ہے۔ برقی اعتبار سے، الڈیہائڈ کیٹون کے مقابلے زیادہ تعامل پذیر ہیں کیونکہ دو الکائل گروپ الڈیہائڈ کے مقابلے کاربونل کی الیکٹروفلیسٹی (Electrophilicity) کو زیادہ کارگر طریقے سے کم کر دیتے ہیں۔

مثال 12.3 آپ کیا توقع کرتے ہیں کہ بینزل ڈیہائڈ، پروپینل کے مقابلے نیوکلیوفلک جمع تعاملات میں زیادہ تعامل پذیر ہے یا کم تعامل پذیر؟ اپنے جواب کی تشریح کیجیے۔

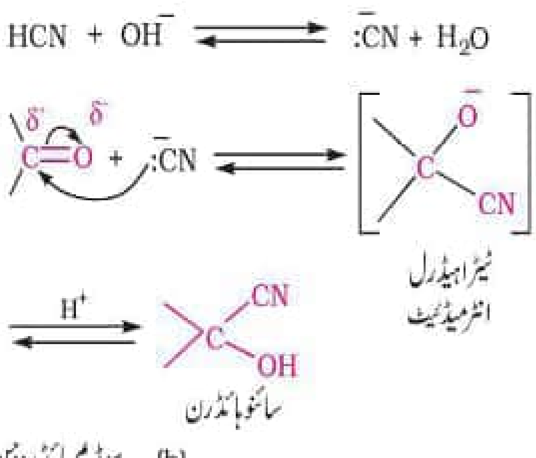
حل بینزل ڈیہائڈ کے کاربونل گروپ کا کاربن ایٹم پروپینل میں موجود کاربونل گروپ کے کاربن ایٹم کے مقابلے کم الیکٹروفلک ہے۔ بینزل ڈیہائڈ میں کاربونل گروپ کی قطبیت گمک کی وجہ سے کم ہو جاتی ہے جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے اور اسی لیے یہ پروپینل کے مقابلے کم تعامل پذیر ہے۔



(iii) نیوکلیوفلک جمع اور نیوفلک اخراجی تعاملات کی کچھ اہم مثالیں

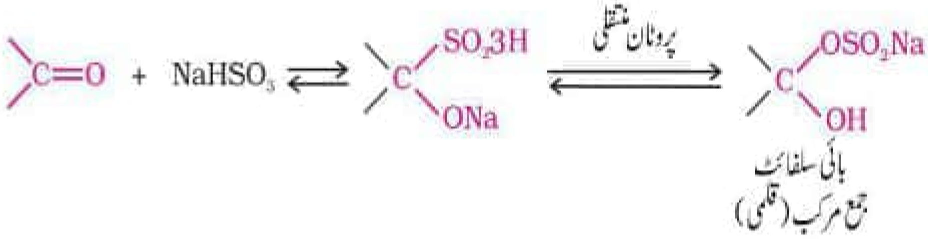
(a) ہائڈروجن سائنائڈ (HCN) کی جمع: الڈیہائڈ اور کیٹون ہائڈروجن سائنائڈ (HCN) سے تعامل کر کے سائنوہائڈرن بناتے ہیں خالص HCN کے ساتھ یہ تعامل بہت آہستہ آہستہ ہوتا ہے۔ لہٰذا اسے اساس (Base) کے ذریعہ کیٹلائز کیا جاتا ہے اور حاصل ہونے والا سائنائڈ آین (CN^-) قوی نیوکلیوفائل ہونے کی وجہ سے کاربونل مرکبات کے ساتھ آسانی جمع ہو جاتا ہے اور نظیری سائنوہائڈرن بناتا ہے۔

سائنوہائڈرن (Cyanohydrin) مفید تالیفی انٹرمیڈیئٹ ہیں۔



(b) سوڈیم ہائڈروجن سلفائٹ کی جمع: سوڈیم ہائڈروجن سلفائٹ الڈیہائڈ اور کیٹون کے ساتھ جمع ہو کر جمعی ماحصلات بناتا ہے۔

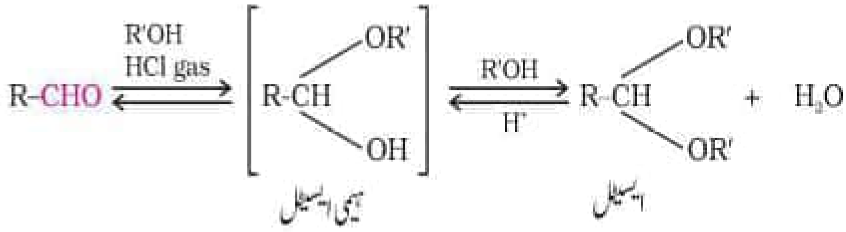
اسٹیرک وجوہات کی بنا پر زیادہ تر الڈیہائڈ میں توازن دائیں طرف رہتا ہے اور زیادہ

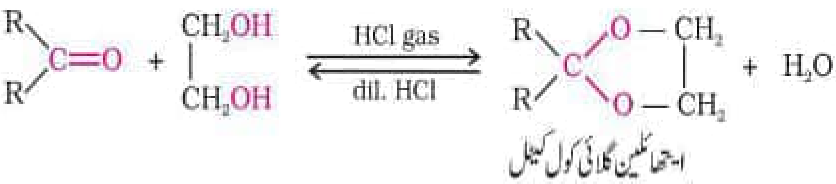


ترکیٹون میں یہ بائیں طرف رہتا ہے۔ ہائڈروجن سلفائٹ مرکب پانی میں حل پذیر ہے اور ڈائی لیوٹ معدنی تیزاب یا القلی سے تعامل کرکے واپس اصل کاربونل مرکب میں تبدیل ہو جاتا ہے۔لہٰذا یہ الڈیہائڈ کی علاحدگی اور تخلیص کے لیے مفید ہیں۔

(c) گرگنارڈ ریجنٹ کی جمع (Addition of Grignard reagents): (اکائی 11، کلاس XII ملاحظہ کیجئے)

(d) الکاحل کی جمع (Addition of alcohols): الڈیہائڈ، ہائڈروجن کلورائڈ کی موجودگی میں مونو ہائڈرک الکاحل کے ایک معادل (One equivalent) سے تعامل کرکے الکوکسی الکوحل انٹرمیڈیٹ بناتے ہیں جو کہ ہیمی ایسیٹل (Hemiacetals) کہلاتے ہیں۔ یہ الکوحل کے ایک یا زیادہ سالمات سے مزید تعامل کرکے gem-ڈائی الکوکسی مرکب بناتے ہیں جو ایسیٹل (Acetal) کہلاتا ہے جیسا کہ تعامل میں دکھایا گیا ہے۔

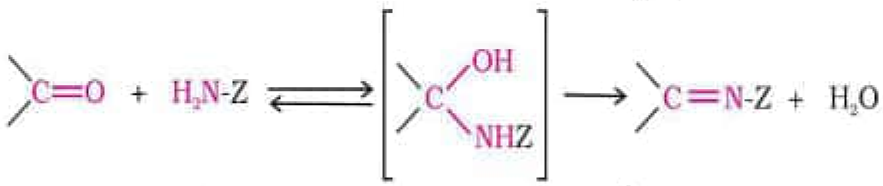




کیٹون ان حالات میں ایتھلین گلائی کول سے تعامل کرکے سائیکلک ماحصلات بناتے ہیں جو کہ ایتھلین گلائی کول کیٹل (Ethylene glycol ketal) کہلاتے ہیں۔

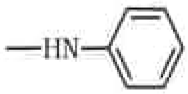
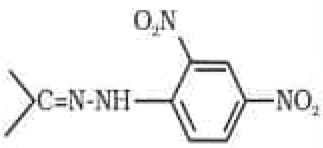
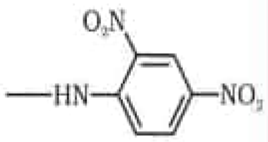
خشک ہائڈروجن کلورائڈ کاربونل مرکبات کی آکسیجن کو پروٹونیٹ کرتا ہے اور اس طرح کاربونل کاربن کی الیکٹروفیلیسٹی میں اضافہ کرتا ہے اور ایتھلین گلائی کول کے نیوکلیوفلک حملہ کو آسان کر دیتا ہے۔ ایسیٹل اور کیٹل آبی معدنی تیزابوں کے ساتھ آب پاشیدہ ہوکر بالترتیب نظیری الڈیہائڈ اور کیٹون بناتے ہیں۔

(e) امونیا اور اس کے مشتقوں کی جمع (Addition of ammonia and its derivatives): نیوکلیوفائل جیسے امونیا اور اس کے مشتق $H_2N\text{-}Z$ الڈیہائڈ اور کیٹون کے کاربونل گروپ کے ساتھ جمع ہوجاتے ہیں۔ تعامل رجعتی (Reversible) ہے اور تیزاب کے ذریعہ کیٹلائز ہوتا ہے۔ توازن ماحصلات کی تشکیل کے موافق ہوتا ہے کیونکہ انٹرمیڈیٹ کی فوری نابیدگی سے $>C=N-Z$ کی تشکیل ہوتی ہے۔



Z= الکل، ایرل، OH، NH_2، C_6H_5NH, $NHCONH_2$ وغیرہ۔

جدول 12.2 الڈیہائڈ اور کیٹون کے کچھ N-بدل مشتق (>C=N-Z)

ماحصل کا نام	کاربونل مشتق	ریجنٹ کا نام	Z
ایمین	>C=NH	امونیا	-H
بدل شدہ ایمین (شف اساس)	>C=NR	امین	-R
آکزائم	>C=N-OH	ہائڈراکسل امین	—OH
ہائڈرازون	$>C=N-NH_2$	ہائڈرازین	$—NH_2$
فنائل ہائڈرازون		فنائل ہائڈرازین	
4،2-ڈائی نائٹروفنائل ہائڈرازون		4،2-ڈائی نائٹروفنائل ہائڈرازین	
سیمی کاربازون	$>C=N-NH-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-NH_2$	سیمی کاربازائڈ	$—NH—\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}—NH_2$

* 4،2-DNP مشتق زرد، نارنجی یا سرخ ٹھوس ہیں اور الڈیہائڈ نیز کیٹون کی صفت سازی میں مفید ہیں۔

2. تحویل (Reduction)

(i) **الکوحل میں تحویل:** الڈیہائڈ اور کیٹون کی سوڈیم اور بوروہائڈرائڈ ($NaBH_4$) یا لیتھیم ایلومینیم ہائڈرائڈ ($LiAlH_4$) کے ذریعہ بالترتیب پرائمری اور سیکنڈری الکوحل میں تحویل ہو جاتی ہے۔ وسیلی ہائڈروجینیشن کے ذریعہ بھی بالترتیب پرائمری اور سیکنڈری الکوحل میں ان کی تحویل ہو جاتی ہے۔

(ii) **ہائڈرو کاربن میں تحویل:** الڈیہائڈ اور کیٹون کے کاربونل گروپ کی زنک املغم اور مرتکز ہائڈروکلورک ایسڈ سے تعامل کر کے CH_2 گروپ میں تحویل ہو جاتی ہے [**کلیمنسن تحویل**] یا ہائڈرازین سے تعامل کر کے اور پھر ا-تھائلین گلائی کول جیسے بہت زیادہ ابلتے ہوئے محلل میں پوٹاشیم ہائڈراکسائڈ کے ساتھ گرم کر کے CH_2 گروپ میں تحویل ہو جاتی ہے۔ [**وولف-کشنر تحویل**]۔

$$>C=O \xrightarrow[HCl]{Zn-Hg} >CH_2 + H_2O$$

کلیمنسن تحویل

$$>C=O \xrightarrow[-H_2O]{NH_2NH_2} >C=NNH_2 \xrightarrow[heat]{KOH/ethylene\ glycol} >CH_2 + N_2$$

وولف-کشنر تحویل

3. تکسید (Oxidation)

الڈیہائڈ تکسید کے معاملے میں کیٹون سے مختلف ہیں۔ الڈیہائڈ عام تکسیدی ایجنٹ جیسے نائٹرک ایسڈ، پوٹاشیم پرمیگنیٹ، پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ وغیرہ کے ساتھ تعامل کرکے آسانی سے کاربوکسلک ایسڈ میں تکسید ہو جاتی ہیں۔ یہاں تک کہ معتدل تکسیدی ایجنٹ خاص طور سے ٹالن ریجنٹ اور فیہلنگ ریجنٹ بھی الڈیہائڈ کی تکسید کر دیتے ہیں۔

$$\text{R-CHO} \xrightarrow{[O]} \text{R-COOH}$$

کیٹون عام طور سے اونچے درجہ حرارت اور قوی تکسیدی ایجنٹ جیسے شدید حالات میں تکسید ہوتے ہیں۔ ان کی تکسید کاربن-کاربن بانڈ کی شکستگی پر مشتمل ہوتی ہے جو پدری کیٹون کے مقابلے کم کاربن ایٹموں والے کاربوکسلک ایسڈ فراہم کرتے ہیں۔

$$\text{R}-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{2}{\underset{\underset{\text{O}}{\|}}{\text{C}}}-\overset{3}{\text{C}}\text{H}_2\text{-R}' \xrightarrow{[O]} \text{R-COOH} + \text{R}'\text{-CH}_2\text{COOH}$$

(C_1-C_2 بانڈ شکستگی کے ذریعہ)

+

$$\text{R-CH}_2\text{COOH} + \text{R}'\text{-COOH}$$

(C_2-C_3 بانڈ شکستگی کے ذریعہ)

ذیل میں دیے گئے معتدل تکسیدی ایجنٹ کا استعمال الڈیہائڈ اور کیٹون کے درمیان فرق کرنے میں کیا جاتا ہے۔

(i) ٹالنس ٹیسٹ (Tollen's Test) : الڈیہائڈ کو تازہ بنے ہوئے امونکل سلور نائٹریٹ محلول (ٹالنس ریجنٹ) کے ساتھ گرم کرنے پر چمکدار سلور آئینہ (Silver mirror) حاصل ہوتا ہے (سلور دھات کے بننے کی وجہ سے)۔ الڈیہائڈ نظیری کاربوکسیلیٹ این آین میں تکسید ہو جاتے ہیں۔ تعامل قلوی میڈیم میں ہوتا ہے۔

$$\text{RCHO} + 2[\text{Ag(NH}_3)_2]^+ + 3\,\bar{\text{O}}\text{H} \longrightarrow \text{RCO}\bar{\text{O}} + 2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NH}_3$$

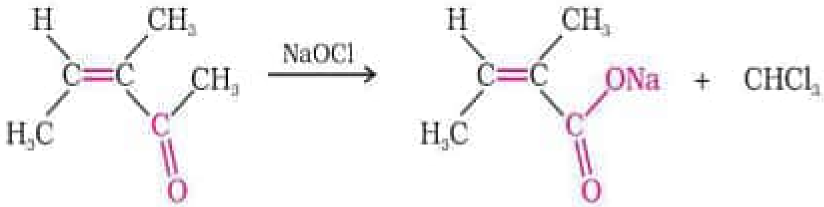
(ii) فیہلنگ ٹیسٹ (Fehling's test): فیہلنگ ریجنٹ دو محلولوں پر مشتمل ہوتا ہے فیہلنگ محلول A اور فیہلنگ محلول B۔ فیہلنگ محلول A آبی کاپر سلفیٹ ہوتا ہے اور فیہلنگ محلول B قلوی سوڈیم پوٹاشیم ٹارٹیریٹ (Rochelle salt)۔ ٹیسٹ سے پہلے ان دونوں محلول کو مساوی مقدار میں ایک دوسرے کے ساتھ ملاتے ہیں۔ الڈیہائڈ کو فیہلنگ محلول کے ساتھ گرم کرنے پر گاجری بھورا رسوب بنتا ہے۔ الڈیہائڈ کی نظیری کاربوکسیلیٹ این آین میں تکسید ہو جاتی ہے ایرومیٹک الڈیہائڈ اس طرح کا ٹیسٹ نہیں دیتے۔

$$\text{R-CHO} + 2\text{Cu}^{2+} + 5\bar{\text{O}}\text{H} \longrightarrow \text{RCO}\bar{\text{O}} + \underset{\text{Red-brown ppt}}{\text{Cu}_2\text{O}} + 3\text{H}_2\text{O}$$

(iii) **ہیلوفارم تعامل کے ذریعہ میتھائل کیٹون کی تکسید** : الڈیہائڈ اور کیٹون میں کم از کم ایک میتھائل گروپ ہوتا ہے جو کاربونل ایٹم (میتھائل کیٹون) سے منسلک ہوتا ہے۔ یہ الڈیہائڈ اور کیٹون، سوڈیم ہائپوہیلائٹ کے ذریعہ تکسید ہو کر نظیری کاربوکسلک ایسڈوں کے سوڈیم نمک بناتے ہیں جن میں کاربونل مرکب کے مقابلے ایک کاربن ایٹم کم ہوتا ہے۔ میتھائل گروپ ہیلوفارم میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ اگر سالمہ میں کاربن-کاربن ڈبل موجود ہے تو یہ تکسید اسے متاثر نہیں کرتی۔

سوڈیم ہائپو آیوڈائٹ کے ساتھ آیوڈو فارم کے تعامل کا استعمال CH_3CO گروپ یا $CH_3CH(OH)$ گروپ کی شناخت میں کیا جاتا ہے جو تکسید کے نتیجے میں CH_3CO گروپ بناتا ہے۔

$$R{-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}CH_3 \xrightarrow{NaOX} R{-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}ONa + CHX_3 \quad (X=Cl, Br, I)$$



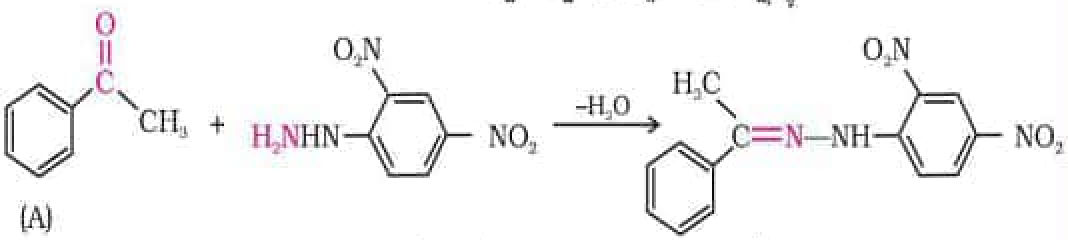
مثال 12.4

ایک نامیاتی مرکب (A) جس کا سالماتی فارمولہ C_8H_8O ہے 2, 4-DNP کے ساتھ نارنجی سرخ رسوب بناتا ہے اور سوڈیم ہائڈرا کسائڈ کی موجودگی میں آیوڈین کے ساتھ گرم کرنے پر زرد رسوب بناتا ہے۔ یہ نہ تو ٹالنس یا فہلنگ ریجنٹ کی تحویل کرتا ہے اور نہ ہی برومین واٹر یا بیئر ریجنٹ (Baeyer's Reagent) کا رنگ اڑاتا ہے۔ کرومک ایسڈ کے ساتھ تکسید ہو کر کاربوکسلک ایسڈ (B) بناتا ہے جس کا سالماتی فارمولہ $C_7H_6O_2$ ہے۔ مرکب (A) اور (B) کی شناخت کیجیے اور ملوث تعاملات کی تشریح کیجیے۔

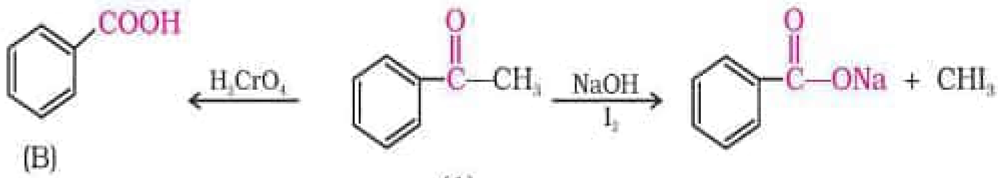
حل

(A) مرکب 2,4-DNP مشتق کی تشکیل کرتا ہے۔ لہٰذا یہ الڈیہائڈ یا کیٹون ہے۔ (A) آیوڈوفارم ٹیسٹ نہیں دیتا اس لیے یہ میتھائل کیٹون ہونا چاہیے کیونکہ یہ ٹالنس یا فیہلنگ ریجنٹ کی تحویل نہیں کرتا لہٰذا (A) لازمی طور پر کیٹون ہے۔ A کا سالماتی فارمولہ اونچے درجہ کی غیر سیری (High degree of unsaturation) ظاہر کرتا ہے اور یہ برومین واٹر اور بیئر ریجنٹ کا رنگ بھی نہیں اڑاتا۔ اس سے ایرومیٹک رنگ کے باعث غیر سیری کی موجودگی ظاہر ہوتی ہے۔

مرکب (B) کیٹون کا تکسیدی ماحصل ہونے کی وجہ سے کاربوکسلک ایسڈ ہونا چاہیے۔ (B) کا سالماتی فارمولہ یہ ظاہر کرتا ہے کہ یہ بینزوئک ایسڈ ہونا چاہیے اور اس لیے مرکب (A) مونو بدل ایرومیٹک میتھائل کیٹون ہونا چاہیے۔ (A) کا سالماتی فارمولہ یہ ظاہر کرتا ہے کہ یہ فینائل میتھائل کیٹون (ایسیٹو فینان) ہونا چاہیے۔ تعاملات ذیل میں دیے گئے ہیں۔



(A) C_8H_8O — 2،4 ڈائی نائٹروفنائل ہائڈرازین — 2,4-DNP مشتق

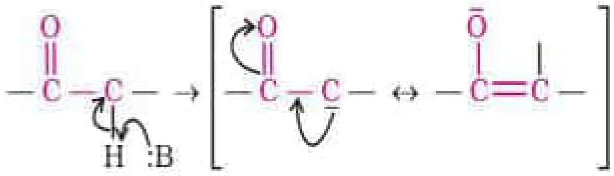


(B) $C_7H_6O_2$ — (A)

4. a-ھائڈروجن کی وجہ سے تعاملات (Reactions due to a-hydrogen)

الڈیہائڈ اور کیٹون کی α-ہائڈروجن کی تیزابیت: الڈیہائڈ اور کیٹون، α-ہائڈروجن کی تیزابی نوعیت کی وجہ سے متعدد تعاملات انجام دیتے ہیں۔

کاربونل مرکبات کے α-ہائڈروجن ایٹموں کی تیزابیت کاربونل گروپ کے قوی الیکٹران ووڈرائنگ اثر اور جفتہ اساس کے گمک استحکام کی وجہ سے ہے۔



(i) **الڈول تکثیف (Aldol condensation):** کم از کم ایک α-ہائڈروجن والے الڈیہائڈ اور کیٹون وسیلے کے طور پر ڈائی لیوٹ القلی کی موجودگی میں تعامل کرکے بالترتیب β-ہائڈراکسی الڈیہائڈ (Aldol) یا β-ہائڈراکسی کیٹون (Ketol) بناتے ہیں۔ یہ تعامل **الڈول تعامل (Aldol Reaction)** کہلاتا ہے۔

$$2\,CH_3\text{-}CHO \underset{}{\overset{\text{dil. NaOH}}{\rightleftharpoons}} CH_3\text{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}\text{-}CH_2\text{-}CHO \xrightarrow[-H_2O]{\Delta} CH_3\text{-}CH{=}CH\text{-}CHO$$

ایتھنل — 3-ہائڈراکسی بیوٹنل (الڈول) — But-2-enal (الڈول تکثیف ماحصل)

$$2CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 \overset{Ba(OH)_2}{\rightleftharpoons} CH_3\text{-}\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}\text{-}CH_2CO\text{-}CH_3 \xrightarrow[-H_2O]{\Delta} CH_3\text{-}\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}{=}CH\text{-}CO\text{-}CH_3$$

پروپینون-2-اون — (کیٹول) 4-ہائڈراکسی 4-میتھائل پینٹین 2-اون — 4 میتھائل پینٹ 3-این-2-اون (الڈول تکثیف ماحصل)

الڈول نام ماحصلات میں موجود دو فنکشنل گروپ الڈیہائڈ اور الکوحل کے ناموں سے اخذ کیا گیا ہے۔ الڈول اور کیٹول بہت تیزی سے پانی کو خارج کرکے α، β غیر سیر شدہ کاربونل مرکبات بناتے ہیں جو کہ الڈول تکثیف ماحصلات ہیں اور تعامل **الڈول تکثیف (Aldol cendensation)** کہلاتا ہے۔ حالانکہ کیٹون سے کیٹول (Ketols) حاصل ہوتے ہیں (ایسے مرکبات جو کیٹو اور الکوحل گروپوں پر مشتمل ہوتے ہیں) پھر بھی کیٹون کے تعامل کے لیے آج بھی عام نام الڈول تکثیف ہی مروج ہے کیونکہ یہ تعاملات الڈیہائڈ کے مشابہ ہیں۔

(ii) **کراس الڈول تکثیف (Cross aldol condensation):** جب الڈول تکثیف کا عمل دو مختلف الڈیہائڈ اور/ یا کیٹون کے درمیان ہوتا ہے تو یہ کراس الڈول تکثیف کہلاتا ہے۔ اگر دونوں

میں α ہائڈروجن ایٹم موجود ہیں تو چار ماحصلات کا آمیزہ حاصل ہوتا ہے۔ ذیل میں ایتھنل اور پروپینل کے آمیزہ کے الڈول تعامل سے اس کی وضاحت کی گئی ہے۔

$$CH_3CHO + CH_3CH_2CHO \xrightarrow[2.\ \Delta]{1.\ NaOH} \underset{\text{بیوٹ-2-اینل}}{CH_3\text{-}CH{=}CH\text{-}CHO} + \underset{\text{2-میتھائل پینٹ-2-اینل}}{CH_3CH_2\text{-}CH{=}\underset{|}{C}(CH_3)\text{-}CHO}$$

ایتھنل کے دوسالمات سے — پروپینل کے دوسالمات سے

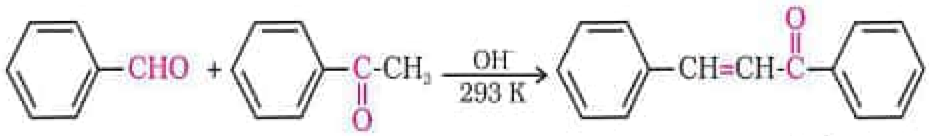
سادہ یا ازخود الڈول ماحصلات

+

$$\underset{\text{2-میتھائل بیوٹ-2-اینل}}{CH_3\text{-}CH{=}C(CH_3)\text{-}CHO} + \underset{\text{پینٹ-2-اینل}}{CH_3CH_2\text{-}CH{=}CHCHO}$$

ایتھنل کے ایک سالمہ سے اور پروپینل کے ایک سالمہ سے

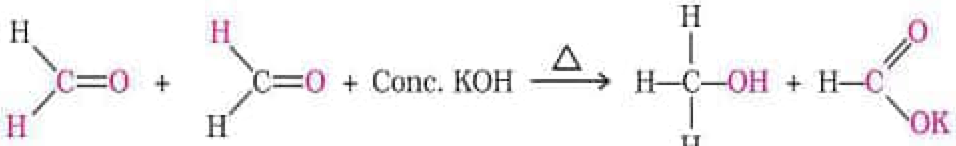
کراس الڈول ماحصلات



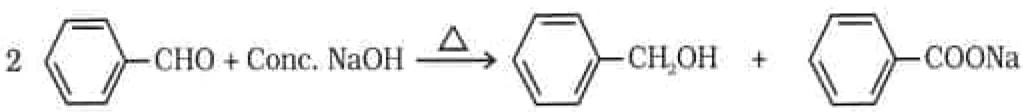
1،3-ڈائی فنائل پروپ-2-این-1-اون
(بینزل ایسیٹو فینان)
(اہم ماحصل)

5. دیگر تعاملات (Other reactions)

(i) کینیزارو تعامل (Cannizzaro reaction): وہ الڈیہائڈ جن میں α-ہائڈروجن ایٹم نہیں ہوتا مرتکز القلی کے ساتھ ازخود تکسید یا تحویل (Disproportionation) تعامل انجام دیتے ہیں۔ اس تعامل میں الڈیہائڈ کے ایک سالمہ کی الکوحل میں تحویل ہوتی ہے اور دوسرے سالمہ کی کاربوکسلک ایسڈ نمک میں تکسید ہوتی ہے۔

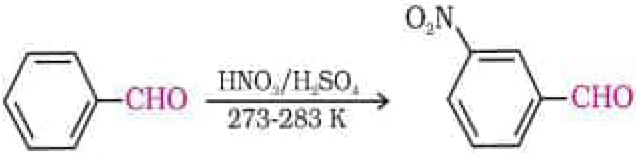


فارملڈیہائڈ — میتھانل — پوٹاشیم فارمیٹ



بینزل ڈیہائڈ — بینزائل الکوحل — سوڈیم بینزوئیٹ

(ii) **الیکٹروفلک بدل تعامل (Electrophilic substitution reaction):** ایرومیٹک الڈیہائڈ اور کیٹون اس رِنگ پر الیکٹروفلک بدل تعامل کرتے ہیں جس میں کاربونل گروپ ڈی ایکٹیویٹنگ اور میٹا ڈائریکٹنگ گروپ کے طور پر کام کرتا ہے۔



بینزل ڈیہائڈ   m-نائٹروبینزل ڈیہائڈ

متن پر مبنی سوالات

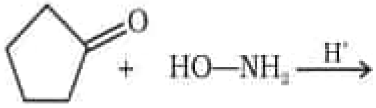
12.4 مندرجہ ذیل مرکبات کو نیوکلیوفلک بدل تعاملات میں ان کی تعاملیت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے۔

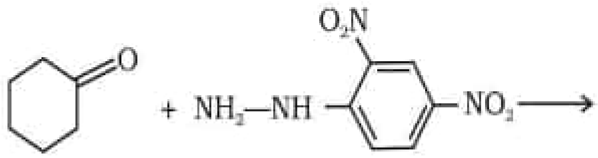
(i) ایتھنل، پروپینل، پروپینون، بیوٹینون

(ii) بینزل ڈیہائڈ، p-ٹولوالڈیہائڈ، p-نائٹروبینزل ڈیہائڈ، ایسیٹو فینون

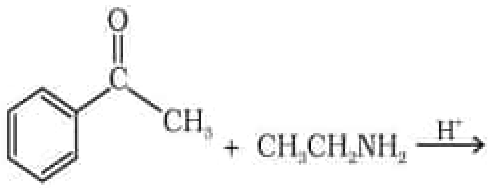
اشارہ: اسٹیرک اثر اور الیکٹرانک اثر پر غور کیجیے۔

12.5 مندرجہ ذیل تعاملات کے ماحصلات کی پیشین گوئی کیجیے۔

(i) 

(ii) 

(iii) $R\text{-}CH\text{=}CH\text{-}CHO + NH_2\text{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}\text{-}NH\text{-}NH_2 \xrightarrow{H^+}$

(iv) 

12.5 الڈیہائڈ اور کیٹون کا استعمال (Uses of Aldehydes and Ketones)

کیمیائی صنعت میں الڈیہائڈ اور کیٹون کا استعمال بحیثیت محلل اور دیگر ماحصلات کی تالیف کے لیے ابتدائی مادوں یا ریجنٹ کے طور پر کیا جاتا ہے۔ فارملڈیہائڈ جسے فارملین (40%) محلول کے نام سے جانا جاتا ہے۔ حیاتیاتی اسپی مین کو محفوظ رکھنے کے کام میں آتا ہے۔ اس کا استعمال (فینال - فارملڈیہائڈ ریزن)، یوریا - فارملڈیہائڈ گلو اور دیگر پالیمرک ماحصلات بنانے میں کیا جاتا ہے۔ ایسیٹل ڈیہائڈ کا استعمال ایسیٹک ایسڈ، ایتھائل ایسیٹیٹ، وِنائل ایسیٹیٹ، پالیمر اور دوائیں بنانے کے لیے ابتدائی مادوں کے طور پر کیا جاتا ہے۔ بینزل ڈیہائڈ کا استعمال پرفیوم اور

رنگ بنانے والی صنعتوں میں کیا جاتا ہے۔ ایسیٹون اور ایتھائل میتھائل کیٹون عام صنعتی محلل ہیں۔ کئی الڈیہائڈ اور کیٹون جیسے بیوٹائرل ڈیہائڈ، ونیلین (Vanillin)، ایسیٹو فینون کیمفر (کافور) وغیرہ اپنی خوشبوؤں اور مہک کے لیے جانے جاتے ہیں۔

کاربوکسلک ایسڈ (Carboxylic Acid)

کاربوکسل فنکشنل گروپ COOH– پر مشتمل کاربن کے مرکبات کاربوکسلک ایسڈ کہلاتے ہیں۔ کاربوکسل گروپ، ہائڈراکسل گروپ سے منسلک کاربونل گروپ پر مشتمل ہوتا ہے اسی لیے اس کا نام کاربوکسل (Carboxyl) ہے۔ کاربوکسلک ایسڈ ایلیفیٹک (RCOOH) یا ایرومیٹک (ArCOOH) ہوسکتا ہے جس کا انحصار اس بات پر ہے کہ کاربوکسلک کاربن سے الکائل منسلک ہے یا ایرائل۔ قدرتی ماحول میں کاربوکسلک ایسڈ بہت بڑی مقدار میں پائے جاتے ہیں۔ ایلیفیٹک کاربوکسلک ایسڈوں کے بڑے ممبران (C_{12} – C_{18}) فیٹی ایسڈ (Fatty Acid) کہلاتے ہیں جو قدرتی چربیوں میں گلسرال کے ایسٹر کے طور پر پائے جاتے ہیں۔ کاربوکسلک ایسڈ دیگر کئی اہم نامیاتی مرکبات جیسے این ہائڈرائڈ، ایسٹر، ایسڈ، کلورائڈ، ایمائڈ وغیرہ کے لیے ابتدائی مادوں کے طور پر کام کرتے ہیں۔

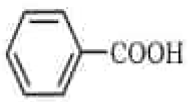
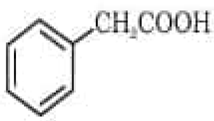
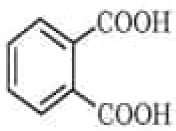
12.6 کاربوکسل گروپ کا تسمیہ اور ساخت (Nomenclature and Structure of Carboxyl Group)

12.6.1 تسمیہ (Nomenclature)

کاربوکسلک ایسڈ کیونکہ قدرتی ماحول سے حاصل کیے جانے والے قدیم ترین نامیاتی مرکبات میں سے ہیں اس لیے ان کی ایک بہت بڑی تعداد اپنے عام ناموں سے جانی جاتی ہے۔ ان کے عام نام لاحقہ ic– ایسڈ پر ختم ہوتے ہیں اور ان کے قدرتی ماخذ کے یونانی یا لاطینی ناموں سے اخذ کیے گئے ہیں۔ مثال کے طور پر فارمک ایسڈ (HCOOH) کو سب سے پہلے لال چیونٹیوں سے حاصل کیا گیا تھا (لاطینی زبان میں *Formica* کا مطلب ہے چیونٹی)، ایسیٹک ایسڈ (CH_3COOH) کو سرکہ سے (لاطینی زبان میں *Acetum* کا مطلب ہے سرکا) بیوٹائرک ایسڈ ($CH_3CH_2CH_2COOH$) کو بدبودار مکھن سے (لاطینی میں *Butyrum* کا مطلب ہے مکھن) حاصل کیا گیا تھا۔

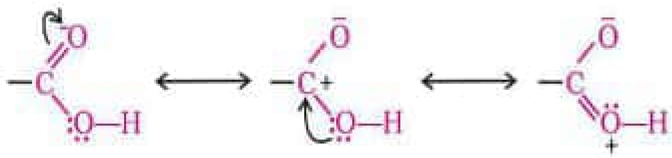
IUPAC نظام میں ایلیفیٹک کاربوکسلک ایسڈوں کے نام نظیری الکین (Alkane) کے نام کے آخر میں e کی جگہ oic acid لگا کر رکھا جاتا ہے۔ کاربن زنجیر میں کاربوکسلک کاربن کو 1 نمبر دیا جاتا ہے۔ ایک سے زیادہ کاربوکسل گروپ پر مشتمل مرکبات کے نام میں الکین کے e کو برقرار رکھا جاتا ہے۔ کاربوکسل گروپوں کو oic میں ضربی سابقہ di، tri وغیرہ لگا کر ظاہر کیا جاتا ہے۔ COOH– گروپ کے مقام کو ضربی سابقہ سے پہلے عربی عدد یہ لگا کر ظاہر کیا جاتا ہے۔ کچھ کاربوکسلک ایسڈوں کے عام اور IUPAC نام جدول 12.3 میں دیے گئے ہیں۔

جدول 12.3 کچھ کاربوکسلک ایسڈوں کے نام اور ساختیں

IUPAC نام	عام نام	ساخت
میتھانوئک ایسڈ	فارمک ایسڈ	$HCOOH$
ایتھانوئک ایسڈ	ایسیٹک ایسڈ	CH_3COOH
پروپینوئک ایسڈ	پروپایونک ایسڈ	CH_3CH_2COOH
بیوٹانوئک ایسڈ	بیوٹائرک ایسڈ	$CH_3CH_2CH_2COOH$
2-میتھائل پروپینوئک ایسڈ	آئسو بیوٹائرک ایسڈ	$(CH_3)_2CHCOOH$
ایتھین ڈائی اوئک ایسڈ	آگزیلک ایسڈ	$HOOC\text{-}COOH$
پروپین ڈائی اوئک ایسڈ	میلونک ایسڈ	$HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH$
بیوٹین ڈائی اوئک ایسڈ	سکسینک ایسڈ	$HOOC\text{-}(CH_2)_2\text{-}COOH$
پینٹین ڈائی اوئک ایسڈ	گلوٹیرک ایسڈ	$HOOC\text{-}(CH_2)_3\text{-}COOH$
ہیکسین ڈائی اوئک ایسڈ	ایڈیپک ایسڈ	$HOOC\text{-}(CH_2)_4\text{-}COOH$
پروپین 1، 2، 3 ٹرائی کاربوکسلک ایسڈ	ٹرائی کاربیلک ایسڈ یا کاربیلک ایسڈ	$HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH(COOH)\text{-}CH_2\text{-}COOH$
بینزین کاربوکسلک ایسڈ (بینزوئک ایسڈ)	بینزوئک ایسڈ	
2-فینائل ایتھانوئک ایسڈ	فنائل ایسٹک ایسڈ	
بینزین-1، 2-ڈائی کاربوکسلک ایسڈ	پی تھیلک ایسڈ	

12.6.2 کاربوکسل گروپ کی ساخت (Structure of Carboxylic Group)

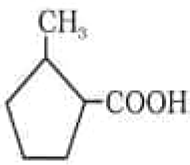
کاربوکسلک ایسڈوں میں کاربوکسل کاربن کے بانڈ ایک مستوی میں ہوتے ہیں اور 120° پر ایک دوسرے سے علاحدہ رہتے ہیں۔ کاربوکسلک کاربن ممکنہ گمک ساختوں کی وجہ سے کاربونل کاربن کے مقابلے کم الیکٹروفلک ہوتا ہے۔

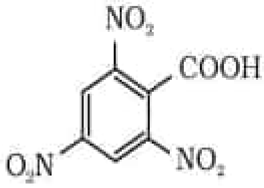


متن پر مبنی سوالات

12.6 مندرجہ ذیل مرکبات کے IUPAC نام لکھیے۔

(i) Ph CH_2CH_2COOH (ii) $(CH_3)_2C{=}CHCOOH$

(iii)


(iv)


12.7 کاربوکسلک ایسڈوں کو بنانے کے طریقے (Methods of Preparation of Carboxylic Acids)

کاربوکسلک ایسڈوں کی تیاری کے کچھ اہم طریقے مندرجہ ذیل ہیں:

1. پرائمری الکوحل اور الڈیہائڈ سے **(From primary alcohols and aldehydes)**

پرائمری الکحل، تعدیلی، تیزابی یا قلوی میڈیا میں پوٹاشیم پرمینگنیٹ ($KMnO_4$) جیسے عام تکسیدی ایجنٹ کے ساتھ یا تیزابی میڈیا میں پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ ($K_2Cr_2O_7$) اور کرومیم ٹرائی آکسائڈ (CrO_3) کے ساتھ بآسانی کاربوکسلک ایسڈوں میں تکسید ہو جاتے ہیں۔

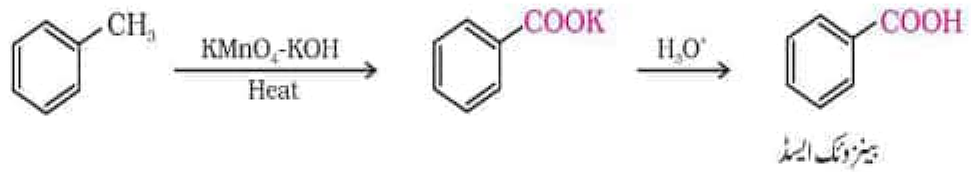
$$RCH_2OH \xrightarrow[2.\ H_3\overset{+}{O}]{1.\ \text{alkaline}\ KMnO_4} RCOOH$$

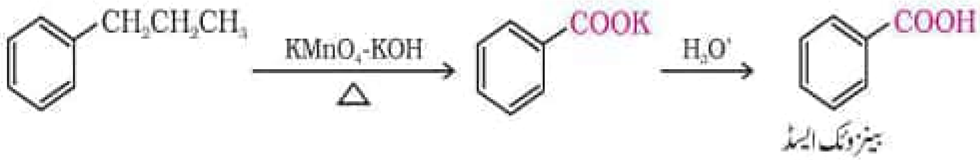
$$\underset{\text{1-ڈیکانول}}{CH_3(CH_2)_8CH_2OH} \xrightarrow{CrO_3\text{-}H_2SO_4} \underset{\text{ڈیکانوئک ایسڈ}}{CH_3(CH_2)_8COOH}$$

کاربوکسلک ایسڈوں کو معتدل تکسیدی ایجنٹ کا استعمال کر کے الڈیہائڈ سے بھی تیار کیا جاتا ہے (سیکشن 12.4)۔

2. الکائل بینزین سے **(From alkylbenzenes)**

ایرومیٹک کاربوکسلک ایسڈوں کو کرومک ایسڈ یا تیزابی یا قلوی پوٹاشیم پرمینگنیٹ کے ساتھ الکائل بینزین کی شدید تکسید کے ذریعہ تیار کیا جاسکتا ہے۔ جانبی زنجیر لمبائی کے بلا لحاظ مکمل طور پر کاربوکسل گروپ میں تکسید ہو جاتی ہے۔ پرائمری اور سیکنڈری الکائل گروپ کی تکسید اسی انداز سے ہوتی ہے جبکہ ٹرشری گروپ بلا متاثر رہتے ہیں۔ مناسب طریقے سے بدل شدہ الکین (Substituted alkenes) کی بھی ان تکسیدی ایجنٹ کے ساتھ کاربوکسلک ایسڈوں میں تکسیدی ہو جاتی ہے (اکائی 13، کلاس XI ملاحظہ کیجیے)۔



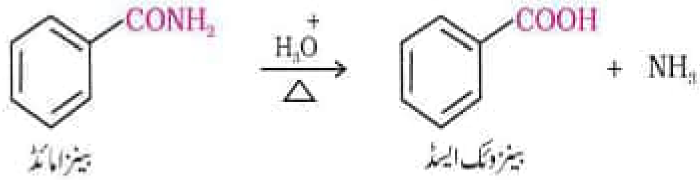


3. نائٹرائل اور ایمائڈ کے ذریعہ **(From nitriles and amides)**

نائٹرائلس (Nitriles) H^+ اور OH^- (بطور وسیط) کی موجودگی میں پہلے ایمائڈ اور پھر ایسڈ میں آب پاشیدہ ہوجاتے ہیں۔ ایمائڈ اسٹیج پر تعامل کو روکنے کے لیے معتدل تعاملی حالات کا استعمال کیا جاتا ہے۔

$$R\text{-}CN \xrightarrow[H_2O]{\overset{+}{H}\text{ or }\overset{-}{O}H} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2 \xrightarrow[\Delta]{\overset{+}{H}\text{ or }\overset{-}{O}H} RCOOH$$

$$\underset{\text{ایتھینامائڈ}}{CH_3CONH_2} \xrightarrow[\Delta]{H_3\overset{+}{O}} \underset{\text{ایتھنائک ایسڈ}}{CH_3COOH} + NH_3$$



4. گرگنارڈ ریجنٹ سے **(From Grignard reagents)**

گرگنارڈ ریجنٹ کاربن ڈائی آکسائڈ (خشک برف) سے تعامل کرکے کاربوکسلک ایسڈوں کے نمک بناتے ہیں جو معدنی تیزاب کے ساتھ تیزابی بنانے پر نظیری کاربوکسلک ایسڈ بناتے ہیں۔

$$R\text{-}Mg\text{-}X + O{=}C{=}O \xrightarrow{\text{Dry ether}} R-C\begin{matrix}{\nearrow}O \\ {\searrow}O^-MgX^+\end{matrix} \xrightarrow{H_3O^+} RCOOH$$

جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ گرگنارڈ ریجنٹ اور نائٹرائلس کو الکائل ہیلائڈوں سے تیار کیا جاسکتا ہے (اکائی 10 کلاس XII) مذکورہ بالا طریقے (3 اور 4) الکائل ہیلائڈوں کو نظیری کاربوکسلک ایسڈوں میں تبدیل کرنے کے لیے فائدہ مند ہیں جن میں الکائل، ہیلائڈوں کے مقابلے ایک کاربن ایٹم زیادہ ہوتا ہے۔

5. ایسائل ہیلائڈ اور این ہائڈرائڈ سے **(From acyl halides and anhydrides)**

ایسڈ کلورائڈ پانی کے ساتھ آب پاشیدہ ہوکر کاربوکسلک ایسڈ بناتے ہیں یا آبی اساس کے ساتھ تیزی سے آب پاشیدہ ہوکر کاربوکسلیٹ آئن بناتے ہیں جو تیزابی بنانے پر نظیری کاربوکسلک ایسڈ بناتے ہیں۔ اس کے برعکس این ہائڈرائڈ پانی کے ساتھ آب پاشیدہ ہوکر نظیری ایسڈ بناتے ہیں۔

$$RCOCl \xrightarrow{H_2O} RCOOH + \bar{C}l$$

$$RCOCl \xrightarrow{\bar{O}H/H_2O} RCOO^- + \bar{C}l \xrightarrow{H_3O^+} RCOOH$$

$$(C_6H_5CO)_2O \xrightarrow{H_2O} 2\ C_6H_5COOH$$

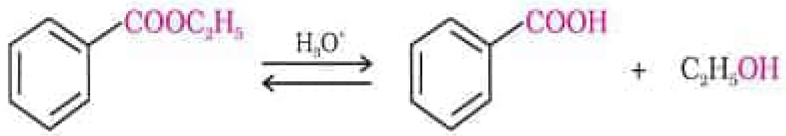
بینزوئک این ہائیڈرائڈ — بینزوئک ایسڈ

$$C_6H_5COOCOCH_3 \xrightarrow{H_2O} C_6H_5COOH + CH_3COOH$$

بینزوئک ایتھنائک این ہائیڈرائڈ — بینزوئک ایسڈ — ایتھنائک ایسڈ

6. ایسٹر سے (From esters)

ایسٹر کی تیزابی آب پاشیدگی (Acidic hydrolysis) سے سیدھے ہی کاربوکسلک ایسڈ بنتے ہیں جبکہ اساسی آب پاشیدگی سے کاربوکسیلیٹ بنتے ہیں جو تیزابی بنانے پرنظیری کاربوکسلک ایسڈ فراہم کرتے ہیں۔



ایتھائل بینزوئٹ — بینزوئک ایسڈ

$$CH_3CH_2CH_2COOC_2H_5 \xrightleftharpoons{NaOH} CH_3CH_2CH_2COONa + C_2H_5OH$$

ایتھائل بیوٹانوایٹ

$$CH_3CH_2CH_2COONa \xrightarrow{H_3O^+} CH_3CH_2CH_2COOH$$

بیوٹانائک ایسڈ

مثال 12.5

مندرجہ ذیل تبدیلیوں کو متاثر کرنے والے کیمیائی تعاملات لکھیے:

(i) بیوٹین-1-آل کی بیوٹانائک ایسڈ میں (Butan-1-ol to butanoic acid)

(ii) بینزائل الکوحل کی فینائل ایتھنائک ایسڈ میں (Benzyl alcohol to phenylethanoic acid)

(iii) 3-نائٹروبرومو بینزین کی 3-نائٹروبینزوئک ایسڈ میں (3-Nitrobromobenzene to 3-nitrobenzoic acid)

(iv) 4-میتھائل ایسیٹوفینون کی بینزین-1،4-ڈائی کاربوکسلک ایسڈ میں
(4-Methylacetophenone to benzene-1,4-dicarboxylic acid

(v) سائکلوہیکسین کی ہیکسین-1،6-ڈائی اوئک ایسڈ میں
(Cyclohexene to hexane-1,6-dioic acid)

(vi) بیوٹنل کی بیوٹانائک ایسڈ میں (Butanal to butanoic acid)

حل

(i) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH \xrightarrow[\text{Jones reagent}]{CrO_3\text{-}H_2SO_4} CH_3CH_2CH_2COOH$

بیوٹین-1-آل　　　بیوٹینائک ایسڈ

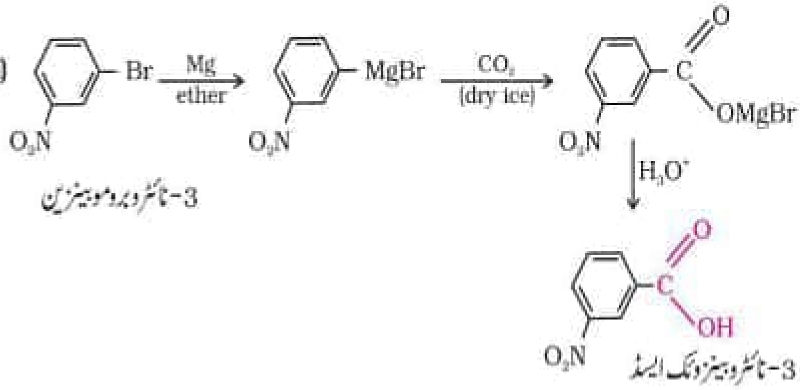
(ii) $C_6H_5CH_2OH \xrightarrow{HBr} C_6H_5CH_2Br \xrightarrow{KCN} C_6H_5CH_2CN$

بینزائل الکوحل　　　بینزائل برومائڈ　　　بینزائل سائنائڈ

$C_6H_5CH_2CN \xrightarrow[\Delta]{H_3O^+} C_6H_5CH_2COOH$

فینائل ایتھانائک ایسڈ

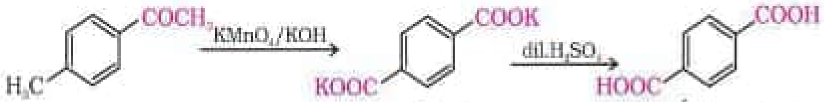
(iii)



3-نائٹروبرومو بینزین

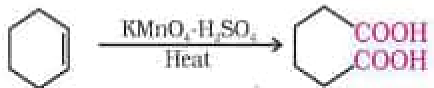
3-نائٹرو بینزوئک ایسڈ

(iv)



4-میتھائل ایسیٹو فینون　　　ڈائی پوٹاشیم بینزین 4،1-ڈائی کاربوکسیلیٹ　　　بینزین-1،4-ڈائی کاربوکسلک ایسڈ (ٹیریفتھیلک ایسڈ)

(v)



سائیکلوہیکسین　　　(ایڈیپک ایسڈ)　　　ہیکسین-1،6-ڈائی اوئک ایسڈ (ایڈیپک ایسڈ)

(vi) $CH_3CH_2CH_2CHO \xrightarrow[\text{ٹالنس ریجنٹ}]{\text{Ammoniacal } AgNO_3} CH_3CH_2CH_2COOH$

بیوٹنل　　　بیوٹنائک ایسڈ

متن پر مبنی سوالات

12.7 دکھائیے کہ مندرجہ ذیل ہر ایک مرکب کو بینزوئک ایسڈ میں کس طرح تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

(i) ایتھائل بینزین (Ethylbenzene)

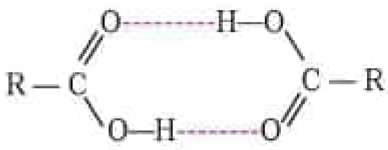
(ii) ایسیٹو فینون (Acetophenone)

(iii) برومو بینزین (Bromobenzene)

(iv) فنائل ایتھین (اسٹائرین) [Phenylethene (Styrene)]

12.8 طبعی خصوصیات (Physical Properties)

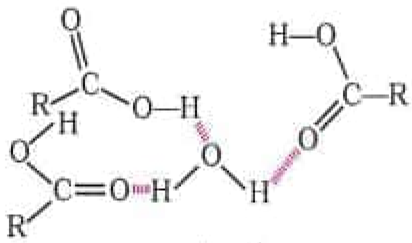
ایلیفیٹک کاربوکسلک ایسڈ (9 کاربن ایٹموں تک) کمرہ کے درجۂ حرارت پر بے رنگ رقیق ہیں اور ناگوار بو پیدا کرتے ہیں۔ اونچے ایسڈ موم جیسے ٹھوس ہیں اور کم طیران پذیری کی وجہ سے کسی قسم کی بو پیدا نہیں کرتے۔ کاربوکسلک ایسڈ کے نقطۂ جوش الڈیہائڈ، کیٹون اور قابل موازنہ سالماتی کمیت والے الکوحل کے مقابلے بہت زیادہ ہوتے ہیں۔



ڈائمر
بخاراتی حالت میں یا
غیر پروٹک محلل میں

اس کی وجہ یہ ہے کہ کاربوکسلک ایسڈ کے سالمات انٹر سالماتی ہائڈروجن بندش کے ذریعہ بہت زیادہ متحد رہتے ہیں۔ ہائڈروجن بانڈ بخاراتی فیز میں بھی مکمل طور سے نہیں ٹوٹ پاتے۔ دراصل زیادہ تر کاربوکسلک ایسڈ بخاراتی فیز یا غیر پروٹک محلولوں میں ڈائی مر (Dimer) کی شکل میں رہتے ہیں۔

سادہ ایلیفیٹک کاربوکسلک ایسڈ (چار کاربن ایٹموں تک) پانی میں حل پذیر ہیں کیونکہ یہ پانی کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بنالیتے ہیں۔ کاربن ایٹموں کی تعداد میں اضافہ کے ساتھ ساتھ حل پذیری کم ہوتی جاتی ہے۔ اونچے کاربوکسلک ایسڈ عملی طور پر پانی میں حل پذیر نہیں ہیں کیونکہ ہائڈروکاربن حصہ کے ہائڈروفوبک باہمی عمل میں اضافہ ہوجاتا ہے۔ بینزوئک ایسڈ جوکہ سادہ ترین ایرومیٹک کاربوکسلک ایسڈ ہے ٹھنڈے پانی میں قریب قریب غیر حل پذیر ہے۔ کاربوکسلک ایسڈ کم قطبی نامیاتی محلولوں جیسے بینزین، ایتھر، الکوحل، کلوروفارم وغیرہ میں بھی حل پذیر ہیں۔



H_2O کے ساتھ RCOOH
کی ہائڈروجن بندش

12.9 کیمیائی تعاملات (Chemical Reactions)

کاربوکسلک ایسڈ کے تعاملات کی درجہ بندی مندرجہ ذیل ہے:

12.9.1 O–H بانڈ شکستگی سے وابستہ تعاملات (Reactions Involving Cleavage of O-H Bond)

تیزابیت (Acidity)

دھاتوں اور القلیوں کے ساتھ تعامل (Reactions with metals and alkalies):

کاربوکسلک ایسڈ، الکوحل کی طرح برقی مثبت دھاتوں سے تعامل کرکے ہائڈروجن گیس خارج کرتے ہیں اور فینال کی طرح القلیوں سے تعامل کرکے نمک بناتے ہیں۔ حالانکہ فینال کے برعکس یہ کمزور اساس جیسے کاربونیٹ اور ہائڈروجن کاربونیٹ کے ساتھ تعامل کرتے ہیں اور کاربن ڈائی آکسائڈ پیدا کرتے ہیں۔ اس تعامل کا استعمال نامیاتی مرکب میں کاربوکسل گروپ کی موجودگی کی جانچ کرنے میں کیا جاتا ہے۔

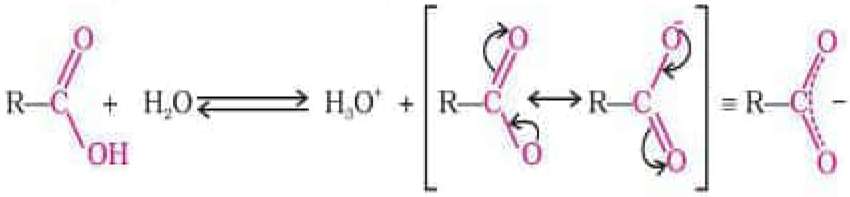
$$2R\text{-}COOH + 2Na \longrightarrow 2R\text{-}CO\bar{O}Na^+ + H_2$$

سوڈیم کاربوکسیلیٹ

$$R\text{-}COOH + NaOH \longrightarrow R\text{-}CO\bar{O}Na^+ + H_2O$$

$$R\text{-}COOH + NaHCO_3 \longrightarrow R\text{-}CO\bar{O}Na^+ + H_2O + CO_2$$

کاربوکسلک ایسڈ پانی میں تحلیل ہوکر گمک کے ذریعہ مستحکم کاربوکسیلیٹ این آین اور ہائڈرونیم آین بناتے ہیں۔



مذکورہ بالا تعامل کے لیے:

$$K_{eq} = \frac{[H_3\overset{+}{O}]\,[RCO\bar{O}]}{[H_2O]\,[RCOOH]}$$

$$K_a = K_{eq}\,[H_2O] = \frac{[H_3\overset{+}{O}]\,[RCO\bar{O}]}{[RCOOH]}$$

جہاں K_{eq} توازن مستقلہ ہے اور K_a تحلیل مستقلہ کہلاتا ہے۔

آسانی کے لیے تیزاب کی قوت عام طور سے اس کی K_a قدر کے مقابلے pK_a قدر کے ذریعہ ظاہر کی جاتی ہے۔

$$pK_a = -\log K_a$$

ہائڈروکلورک ایسڈ کے لیے pK_a کی قدر 7.0– ہے جبکہ ٹرائی فلورو ایسیٹک ایسڈ (مضبوط ترین کاربوکسلک تیزاب)، بینزوئک ایسڈ اور ایسیٹک ایسڈ کے لیے pK_a کی قدریں بالترتیب 0.23، 4.19 اور 4.76 ہیں۔

pK_a کی قدر جتنی کم ہوگی تیزاب اتنا ہی قوی ہوگا (اتنا ہی بہتر پروٹان معطی ہوگا) قوی تیزابوں کے لیے pK_a قدریں 1 سے کم ہوتی ہیں۔ وہ ایسڈ جن کی pK_a قدریں 1 اور 5 کے درمیان ہوتی ہیں وہ معتدل قسم کے قوی تیزاب کہلاتے ہیں۔ کمزور تیزابوں کی pK_a قدریں 5 اور 15 کے درمیان ہوتی ہیں اور نہایت کمزور تیزابوں کے لیے pK_a قدریں 15 سے زیادہ ہوتی ہیں۔

کاربوکسلک ایسڈ، معدنی تیزابوں کے مقابلے کمزور ہوتے ہیں لیکن الکوحل اور سادہ فینال (ایتھنال کے لیے pK_a قدر 16~ اور فینال کے لیے 10 ہے) کے مقابلے قوی تیزاب ہیں۔ درحقیقت کاربوکسلک ایسڈ ان سب سے زیادہ تیزابی نامیاتی مرکبات میں سے ہیں جن کا اب تک آپ نے مطالعہ کیا ہے۔ آپ پہلے ہی سے جانتے ہیں کہ الکوحل کے مقابلے فینال زیادہ تیزابی کیوں ہوتے ہیں۔ فینال کے مقابلے کاربوکسلک ایسڈوں کی زیادہ تیزابیت کو اسی بنیاد پر سمجھا جاسکتا ہے۔ کاربوکسلک ایسڈ کا جفتہ اساس کاربوکسیلیٹ آین دو معادل گمک ساختوں کے ذریعہ استحکام حاصل کرتا ہے جس میں منفی چارج زیادہ برق منفی آکسیجن ایٹم پر ہوتا ہے۔ فینال کے جفتہ اساس فینا کسائڈ آین کی گمک ساختیں غیر معادل ہوتی ہیں جس میں منفی چارج کم برق منفی کاربن ایٹم پر ہوتا ہے۔ لہٰذا فینا کسائڈ میں گمک اتنی اہم نہیں ہے جتنی کہ کاربوکسیلیٹ آین میں ہے۔ مزید یہ کہ کاربوکسیلیٹ آین میں منفی چارج دو برق منفی ایٹموں پر ڈی لوکلائز ہوتا ہے جبکہ یہ ایک آکسیجن ایٹم اور فینا کسائڈ آین میں کم برق منفی کاربن ایٹموں پر کم مؤثر طریقے سے ڈی لوکلائز ہوتا ہے (اکائی 11، کلاس XII)۔

اس طرح کاربوکسیلیٹ آین، فیناکسائڈ آین کے مقابلے زیادہ مستحکم ہو جاتا ہے۔ اس لیے فینال کے مقابلے کاربوکسلک ایسڈ زیادہ تیزابی ہیں۔

کاربوکسلک ایسڈوں کی تیزابیت پر Substituent کا اثر: Substituent جفتہ اساس کے استحکام کو متاثر کر سکتے ہیں اور اس طرح کاربوکسلک ایسڈوں کی تیزابیت کو بھی متاثر کر سکتے ہیں۔ الیکٹران ووڈرائنگ گروپ امالی اور/ یا گمک اثر کے ذریعہ منفی چارج کے ڈی لوکلائزیشن سے جفتہ اساس کے استحکام کے ذریعہ کاربوکسلک ایسڈ کی تیزابیت میں اضافہ کرتے ہیں۔ اس کے برعکس الیکٹران معطی گروپ جفتہ اساس کو غیر مستحکم کر کے تیزابیت کو کم کرتے ہیں۔



الیکٹران ووڈراونگ گروپ (EWG)
کاربوکسیلیٹ این آین کو مستحکم کرتا ہے اور
ایسڈ کو قوی بناتا ہے

الیکٹران معطی گروپ (EDG)
کاربوکسیلیٹ این آین کو غیر مستحکم بناتا ہے
اور ایسڈ کو کمزور کر دیتا ہے

تیزابیت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں مندرجہ ذیل گروپوں کا اثر اس طرح ہے:

$$Ph < I < Br < Cl < F < CN < NO_2 < CF_3$$

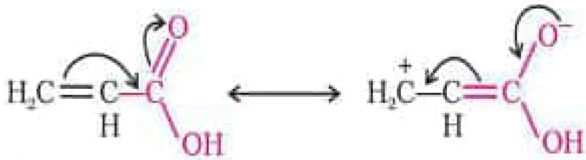
اس طرح مندرجہ ذیل تیزابوں کو ان کی تیزابیت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں رکھا گیا ہے (pK_a قدروں کی بنیاد پر):

$$CF_3COOH > CCl_3COOH > CHCl_2COOH > NO_2CH_2COOH > NC\text{-}CH_2COOH >$$

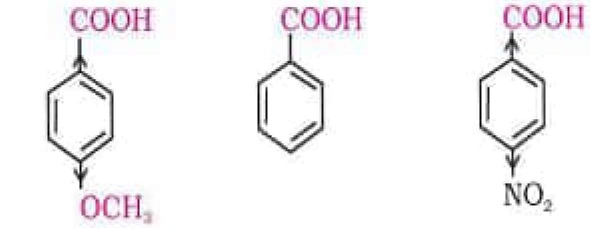
$$FCH_2COOH > ClCH_2COOH > BrCH_2COOH > HCOOH > ClCH_2CH_2COOH >$$
(مسلسل)

$$C_6H_5COOH > C_6H_5CH_2COOH > CH_3COOH > CH_3CH_2COOH$$
(مسلسل)

کاربوکسلک ایسڈ سے فنائل یا ونائل گروپوں کا براہ راست انسلاک نظیری کاربوکسلک ایسڈ کی تیزابیت میں اضافہ کرتا ہے۔ اس کمی کے برعکس جو گمک اثر کے باعث متوقع ہے جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔



ایسا اس sp^2 مخلوط شدہ کاربن کی زیادہ برقی منفیت کی وجہ سے ہوتا ہے جس سے کاربوکسل کاربن منسلک ہے۔ ایروینگ کاربوکسلک ایسڈ کے فنائل پر EWG کی موجودگی ان کی تیزابیت میں اضافہ کر دیتی ہے جبکہ الیکٹران معطی گروپ ان کی تیزابیت کو کم کر دیتا ہے۔

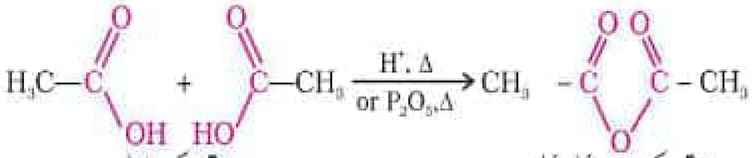


4-میتھاکسی بینزوئک ایسڈ (pK_a = 4.46) | بینزوئک ایسڈ (pK_a = 4.19) | 4-نائٹروبینزوئک ایسڈ (pK_a = 3.41)

12.9.2 C-OH بانڈ کی شکستگی سے وابستہ تعاملات (Reactions Involving Cleavage of C-OH Bond)

.1 این ہائڈرائڈ کی تشکیل (Formation of anhydride)

کاربوکسلک ایسڈ H_2SO_4 جیسے معدنی تیزاب یا P_2O_5 کے ساتھ گرم ہوکر نظیری این ہائڈرائڈ بناتے ہیں۔



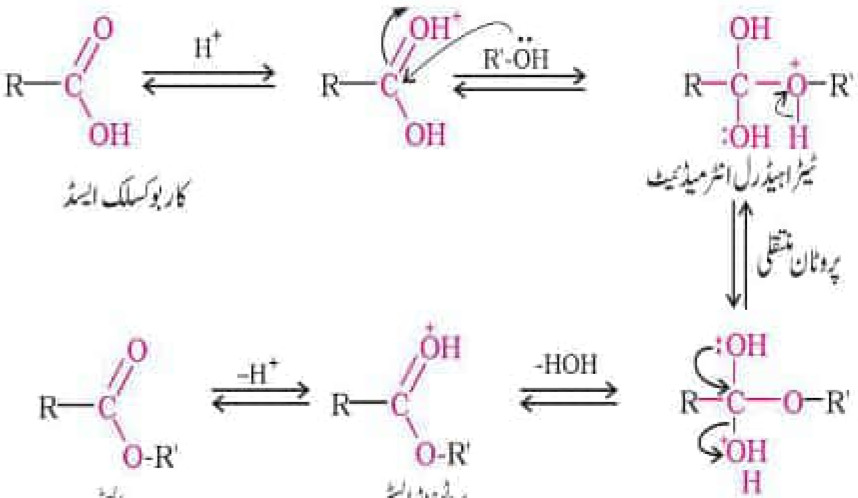
ایتھانوئک ایسڈ | ایتھانوئک این ہائڈرائڈ

.2 ایسٹریفیکیشن (Esterification)

کاربوکسلک ایسڈ H_2SO_4 جیسے معدنی تیزاب یا HCl گیس (بطور وسیط) کی موجودگی میں الکوحل یا فینال کے ساتھ ایسٹر بناتے ہیں۔

$$\text{RCOOH} + \text{R'OH} \overset{H^+}{\rightleftharpoons} \text{RCOOR'} + H_2O$$

کاربوکسلک ایسڈوں کے ایسٹریفیکیشن کا میکانزم: الکوحل کے ساتھ کاربوکسلک ایسڈوں کا ایسٹریفیکیشن ایک قسم کا نیوکلیوفلک ایسائل بدل ہے۔ کاربونل آکسیجن کا پروٹونیشن کاربونل گروپ کو الکوحل کی نیوکلیوفلک جمع کی طرف ایکٹیویٹ کرتا ہے۔ ٹیٹراہیڈرل انٹرمیڈیٹ میں پروٹان منتقلی ہائڈراکسل گروپ کو $-OH_2$ گروپ میں تبدیل کردیتی ہے جو لیونگ گروپ (Leaving Group) ہونے کی وجہ سے تعدیلی آبی سالمہ کی شکل میں خارج ہوجاتا ہے۔ اس طرح بننے والا پروٹونیٹڈ ایسٹر بالآخر پروٹان کھوکر ایسٹر بناتا ہے۔



3. PCl_5، PCl_3 اور $SOCl_2$ کے ساتھ تعاملات (Reactions with PCl_5, PCl_3 and $SOCl_2$)

کاربوکسلک ایسڈ کا ہائڈراکسل گروپ الکحل کی طرح برتاؤ کرتا ہے اور PCl_5، PCl_3 اور $SOCl_2$ کے ساتھ تعامل کرنے پر کلورین کے ذریعہ بآسانی ہٹا دیا جاتا ہے۔ تھایونل کلورائڈ ($SOCl_2$) کو ترجیح دی جاتی ہے کیونکہ دیگر دونوں ماحصلات گیسی ہیں اور ماحصلات کی تخلیص کو آسان بناتے ہوئے تعامل آمیزہ سے بھاگ جاتے ہیں۔

$$RCOOH + PCl_5 \longrightarrow RCOCl + PCl_3 + HCl$$

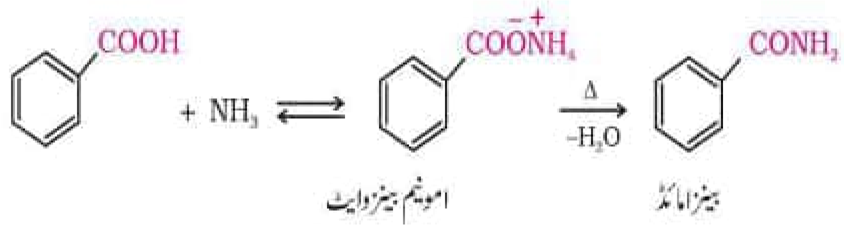
$$3RCOOH + PCl_3 \longrightarrow 3RCOCl + H_3PO_3$$

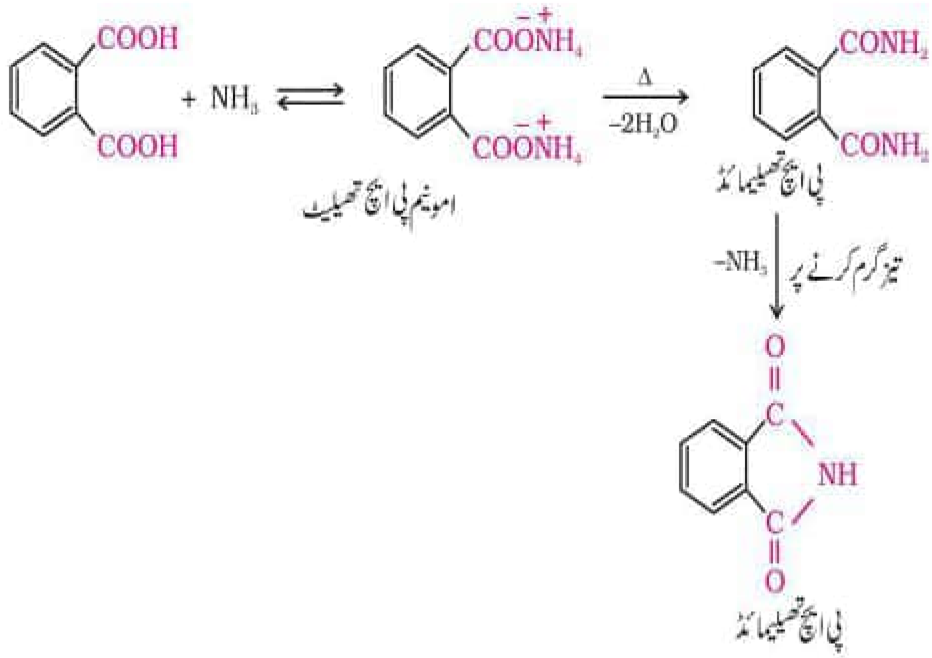
$$RCOOH + SOCl_2 \longrightarrow RCOCl + SO_2 + HCl$$

4. امونیا کے ساتھ تعامل (Reaction with ammonia)

کاربوکسلک ایسڈ امونیا کے ساتھ تعامل کرکے امونیم نمک بناتے ہیں جو اونچے درجۂ حرارت پر مزید گرم کیے جانے پر ایمائڈز (Amides) بناتے ہیں۔

$$CH_3COOH + NH_3 \rightleftharpoons \underset{\text{امونیم ایسیٹیٹ}}{CH_3CO\overset{-}{O}\overset{+}{N}H_4} \xrightarrow[H_2O]{\Delta} \underset{\text{ایسیٹامائڈ}}{CH_3CONH_2}$$





12.9.3 ‎-COOH‎ گروپ سے وابستہ تعاملات (Reactions Involving -COOH Group)

.1 تحویل (Reduction)

کاربوکسلک ایسڈ لیتھیم ایلومینیم ہائڈرائڈ یا ڈائی بورین (جو کہ زیادہ بہتر ہے) کے ساتھ تحویل ہو کر پرائمری الکحل بناتے ہیں۔ ڈائی بورین ہیلو، نائٹرو، ایسٹر وغیرہ جیسے تفاعلی گروپوں کی آسانی سے تحویل نہیں کرتا ہے۔ سوڈیم بوروہائڈرائڈ کاربوکسل گروپ کی تحویل نہیں کرتا۔

$$R\text{-}COOH \xrightarrow[\text{(ii) } H_3O^+]{\text{(i) } LiAlH_4/\text{ether} \quad \text{or } B_2H_6} R\text{-}CH_2OH$$

.2 ڈی کاربوکسیلیشن (Decarboxylation)

کاربوکسلک ایسڈ کاربن ڈائی آکسائڈ کو خارج کرکے ہائڈروکاربن بناتے ہیں جب ان کے سوڈیم نمکوں کو سوڈالائم (NaOH اور CaO کا 1 : 3 کی نسبت میں آمیزہ) کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے۔ یہ تعامل ڈی کاربوکسیلیشن کہلاتا ہے۔

$$R\text{-}COONa \xrightarrow[\text{heat}]{NaOH - CaO} R\text{-}H + Na_2CO_3$$

کاربوکسلک ایسڈ کے القلی دھاتی نمک اپنے آبی محلولوں کی برق پاشیدگی کے ذریعہ ڈی کاربوکسیلیشن کرتے ہیں اور ایسے ہائڈروکاربن بناتے ہیں جن میں ایسٹر کے الکائل گروپ میں کاربن ایٹموں کی تعداد دوگنی ہوتی ہے۔ یہ تعامل کولبے الیکٹرولسس (Kolbe electrolysis) کہلاتا ہے (اکائی 13، کلاس XI)۔

12.9.4 ہائڈروکاربن حصہ میں بدل تعاملات (Substitution Reactions in the Hydrocarbon Part)

.1 ہیلوجینیشن (Halogenation)

α-ہائڈروجن پر مشتمل کاربوکسلک ایسڈ سرخ فاسفورس کی تھوڑی سی مقدار کی موجودگی میں کلورین یا برومین سے تعامل کرکے α پوزیشن پر ہیلوجنیٹ ہو جاتے ہیں اور α-ہیلوکاربوکسلک ایسڈ بناتے ہیں۔ یہ تعامل **Hell-Volhard-Zelinsky reaction** تعامل کہلاتا ہے۔

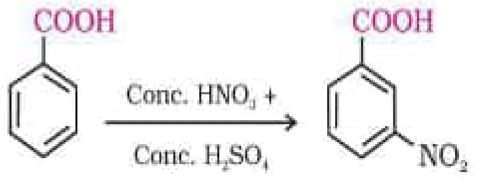
$$R\text{-}CH_2\text{-}COOH \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } X_2/\text{سرخ فاسفورس}} R\text{-}\underset{\underset{X}{|}}{CH}\text{-}COOH$$

X = Cl, Br

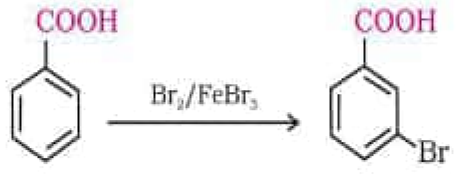
α-ہیلوکاربوکسلک ایسڈ

.2 رِنگ بدل تعامل (Ring substitution reaction)

ایرومیٹک کاربوکسلک ایسڈ الیکٹروفلک بدل تعاملات انجام دیتے ہیں جن میں کاربوکسل گروپ ڈی ایکٹیویٹنگ اور میٹا ڈائرکٹنگ گروپ کے طور پر کام کرتا ہے۔ یہ حالانکہ فریڈل کرافٹ تعامل نہیں کرتے۔ (کیونکہ کاربوکسل گروپ ڈی ایکٹیویٹنگ ہے اور وسیط ایلومینیم کلورائڈ (لیوئس ایسڈ) کاربوکسل گروپ سے بندش کر لیتا ہے)۔



m-نائٹرو بینزوئک ایسڈ



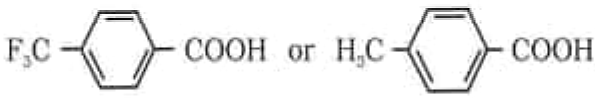
m-برومو بینزوئک ایسڈ

متن پر مبنی سوالات

12.6 مندرجہ ذیل ہر ایک جوڑے میں کون سا تیزاب قوی تیزاب ہوگا؟

(i) CH_3CO_2H or CH_2FCO_2H (ii) CH_2FCO_2H or CH_2ClCO_2H

(iii) $CH_2FCH_2CH_2CO_2H$ or $CH_3CHFCH_2CO_2H$

(iv) 

12.10 کاربوکسلک ایسڈ کا استعمال (Uses of Carboxylic Acids)

میتھنائک ایسڈ کا استعمال ربر، پارچہ، باقی، چمڑہ اور ملمع کاری کی صنعتوں میں کیا جاتا ہے۔ ایتھنائک ایسڈ کا استعمال محلل کے طور پر اور غذائی صنعت میں سرکہ کے طور پر کیا جاتا ہے۔ ہیکسین ڈائی اوئک ایسڈ (Hexanedioic acid) کا استعمال نائلون-6،6 بنانے میں کیا جاتا ہے۔ بینزوئک ایسڈ کے ایسٹر کا استعمال پرفیوم بنانے میں کیا جاتا ہے۔ سوڈیم بینزوایٹ کا استعمال غذائی اشیا کو محفوظ کرنے کے لیے کیا جاتا ہے اونچے فیٹی ایسڈوں کا استعمال صابن اور ڈٹرجنٹ بنانے میں کیا جاتا ہے۔

خلاصہ

الڈیہائڈ، کیٹون اور کاربوکسلک ایسڈ کاربونل گروپ پر مشتمل نامیاتی مرکبات کے اہم زمرے ہیں۔ یہ بہت زیادہ قطبی سالمات ہیں لہٰذا یہ ہائڈروکاربنوں اور قابل موازنہ سالماتی کمیت والے کمزور قطبی مرکبات جیسے ایتھر کے مقابلے اونچے درجۂ حرارت پر ابلتے ہیں۔ نچلے ممبران پانی میں زیادہ حل پذیر ہیں کیونکہ یہ پانی کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بناتے ہیں۔ اونچے ممبران پانی میں حل پذیر نہیں ہیں کیونکہ ان میں کاربن ایٹموں کی ہائڈروفوبک زنجیر زیادہ لمبی ہوتی ہے لیکن عام نامیاتی محلول میں حل پذیر ہیں۔ الڈیہائڈ، پرائمری الکوحل ڈی ہائڈروجینیشن یا کنٹرول شدہ تکسید کے ذریعہ نیز ایسائل ہیلائڈ کی کنٹرول شدہ یا انتخابی تحویل کے ذریعہ تیار کیے جاتے ہیں۔ ایرومیٹک الڈیہائڈ ان ایسیٹک این ہائڈرائڈ کی موجودگی میں CrO_3 یا کرومائل کلورائڈ کے ساتھ میتھائل بینزین کی تکسید (ii) نابیدہ ایلومینیم کلورائڈ کی موجودگی میں کاربن مونو آکسائڈ اور ہائڈروکلورک ایسڈ کے ساتھ ایرینس (Arenes) کے فارملیشن (Formylation) اور (iii) کیوپرس کلورائڈ یا بینزل کلورائڈ کی آب پاشیدگی کے ذریعہ بھی تیار کیے جاسکتے ہیں۔ کیٹون، سیکنڈری الکوحل کی تکسید اور الکائن کے ہائڈریشن سے بنایا جاتا ہے۔ کیٹون، ایسائل کلورائڈ اور ڈائی الکائل کیڈمیم کے تعامل سے بھی تیار کیے جاتے ہیں۔ ایرومیٹک کیٹون کو تیار کرنے کا سب سے اچھا طریقہ ایسائل کلورائڈ یا این ہائڈرائڈوں کے ساتھ ایرومیٹک ہائڈروکاربنوں کا فریڈل کرافٹ ایسائلیشن ہے۔ الڈیہائڈ اور کیٹون دونوں کو الکینس (Alkenes) کی اوزون پاشی (Ozonolysis) کے ذریعہ تیار کیا جاسکتا ہے۔ الڈیہائڈ اور کیٹون HCN، $NaHSO_3$، الکوحل (یا ڈائی اول)،

امونیا مشتقوں اور گرگنارڈ ریجنٹ جیسے متعدد نیوکلیوفائل کے ساتھ کاربونل گروپ پر نیوکلیوفلک جمع تعاملات انجام دیتے ہیں۔ الڈیہائڈ اور کیٹون کی α ہائڈروجن تیزابی ہوتی ہیں لہٰذا کم از کم ایک α ہائڈروجن والے کیٹون اساس کی موجودگی میں الڈول تکثیف کا عمل انجام دیتے ہیں جس کے نتیجے میں بالترتیب α-ہائڈراکسی الڈیہائڈ (الڈول) اور α ہائڈراکسی کیٹون (کیٹول) حاصل ہوتے ہیں۔ وہ الڈیہائڈ جن میں کوئی بھی α ہائڈروجن نہیں ہوتی مرتکز القلی کی موجودگی میں **کینزارو تعامل** (Cannizzaro Reaction) انجام دیتے ہیں۔ الڈیہائڈ اور کیٹون $NaBH_4$، $LiAlH_4$ کے ساتھ یا ویسٹلی ہائڈروجن کے ذریعہ الکوحل میں تحویل ہو جاتے ہیں۔ الڈیہائڈ اور کیٹون کا کاربونل گروپ **کلیمنسن تحویل** (Clemmensen reduction) یا **وولف کشنر تحویل** (Wolf kishner reduction) کے ذریعہ میتھائلین گروپ میں تحویل ہو جاتا ہے۔ الڈیہائڈ معتدل تکسیدی ایجنٹ جیسے **ٹالنس ریجنٹ** (Tollen's Reagent) اور **فیہلنگ ریجنٹ** کے ذریعہ آسانی سے کاربوکسلک ایسڈ میں تکسید ہو جاتے ہیں۔ ان تکسیدی تعاملات کا استعمال الڈیہائڈ اور کیٹون کے درمیان فرق کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ کاربوکسلک ایسڈ پرائمری الکوحل، الڈیہائڈ اور الکینس (Alkenes) کی تکسید کے ذریعہ، نائٹرائلس کی آب پاشیدگی کے ذریعہ نیز گرگنارڈ ریجنٹ اور کاربن ڈائی آکسائڈ کے تعامل سے بنائے جاتے ہیں۔ ایرومیٹک کاربوکسلک ایسڈوں کو بھی الکائل بینزین کی جانبی زنجیری تکسید کے ذریعہ بنایا جاتا ہے۔ کاربوکسلک ایسڈ الکوحل اور زیادہ تر سادہ فینال کے مقابلے زیادہ تیزابی ہوتے ہیں۔ کاربوکسلک ایسڈ $LiAlH_4$ اور زیادہ بہتر طور پر ایتھر محلول میں ڈائی بورین کے ساتھ تکسید ہو کر الکوحل بناتے ہیں نیز سرخ فاسفورس کی موجودگی میں Cl_2 اور Br_2 کے ساتھ α ہیلوجینیشن کا عمل انجام دیتے ہیں **(Hell-Volhard Zelinsky reaction)**۔ میتھنل، ایتھنل، پروپیون بینزل ڈیہائڈ، فارمک ایسڈ، ایسیٹک ایسڈ اور بینزوئک ایسڈ صنعتی اعتبار سے نہایت اہم مرکبات ہیں۔

مشق

12.1 مندرجہ ذیل اصطلاحات سے کیا مراد ہے؟ ہر ایک معاملہ میں تعامل کی مثال پیش کیجیے:

(i) سائنوہائڈرن (ii) ایسیٹل (iii) سیمی کاربازون

(iv) الڈول (v) ہیمی ایسیٹل (vi) آکزائم (Oxime)

(vii) کیٹل (Ketal) (viii) ایمائن (Imine) (ix) 2,4-DNP مشتق

(x) شف اساس (Schiff's Base)

12.2 مندرجہ ذیل مرکبات کے نام IUPAC تسمیہ کے تحت لکھیے۔

(i) $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2CHO$ (ii) $CH_3CH_3COCH(C_2H_5)CH_2CH_2Cl$

(iii) $CH_3CH{=}CHCHO$ (iv) $CH_3COCH_2COCH_3$

(v) $CH_3CH(CH_3)CH_2C(CH_3)_2COCH_3$ (vi) $(CH_3)_3CCH_2COOH$

(vii) $OHCC_6H_4CHO$-*p*

12.3 مندرجہ ذیل مرکبات کی ساختیں بنائیے:

(i) 3-میتھائل بیوٹنل (3-Methylbutanal)

(ii) *p*-نائٹروپروپایوفینان (*p*-Nitropropiophenone)

(iii) *p*-میتھائل بینزل ڈیہائڈ (*p*-Methylbenzaldehyde)

(iv) 4-میتھائل پینٹ-3-این-2-اون (4-Methylpent-3-en-2-one)

(v) 4 کلوروپینٹین-2-اون (4-Chloropentan-2-one)

(vi) 3-برومو-4-فینائل پینٹا نائک ایسڈ (3-Bromo-4-phenylpentanoic acid)

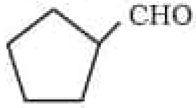
(vii) p,p' ڈائی ہائڈراکسی بینزوفینون (p,p'-Dihydroxybenzophenone)

(viii) ہیکس-2-این-4-ynoic ایسڈ (Hex-2-en-4-ynoic acid)

12.4 مندرجہ ذیل کیٹون اور الڈیہائڈ کے IUPAC نام لکھیے۔ جہاں ممکن ہو عام نام بھی لکھیے۔

(i) $CH_3CO(CH_2)_4CH_3$ (ii) $CH_3CH_2CHBrCH_2CH(CH_3)CHO$

(iii) $CH_3(CH_2)_5CHO$ (iv) Ph-CH=CH-CHO

(v) 
(vi) PhCOPh

12.5 مندرجہ ذیل مشتقوں کی ساختیں بنایئے:

(i) بینزل ڈیہائڈ کا 2، 4- ڈائی نائٹروفنائل ہائڈرازون (The 2,4-dinitrophenylhydrazone of benzaldehyde)

(ii) سائیکلو پروپینون آکزائم (Cyclopropanone oxime)

(iii) ایسیٹل ڈیہائڈ ڈائی میتھائل ایسیٹل (Acetaldehydedimethylacetal)

(iv) سائیکلو بیوٹانون کا سیمی کاربازون (The semicarbazone of cyclobutanone)

(v) Hexan-3-one کا ایتھائلین کیٹل (The ethylene ketal of hexan-3-one)

(vi) فارمل ڈی ہائڈ کا میتھائل ہیمی ایسیٹل (The methyl hemiacetal of formaldehyde)

12.6 جب سائیکلو ہیکسین کاربل ڈیہائڈ کا مندرجہ ذیل ریجنٹ کے ساتھ تعامل ہوتا ہے تو کون کون سے ماحصلات بنتے ہیں؟

(i) PhMgBr اور پھر H_3O^+

(ii) ٹالنس ریجنٹ (Tollen's reagent)

(iii) سیمی کاربازائڈ اور کمزور تیزاب

(iv) وافر ایتھنال اور ایسڈ

(v) زنک املغم اور ڈائی لیوٹ ہائڈروکلورک ایسڈ

12.7 مندرجہ ذیل میں سے کون الڈول تکثیف تعامل کرے گا اور کون کینیزارو (Cannizzaro) تعامل کرے گا اور کون ان میں سے کوئی بھی تعامل نہیں کرے گا؟ الڈول تکثیف اور کینیزارو تعامل کے متوقع ماحصلات کی ساختیں لکھیے۔

(i) میتھنل (Methanal) (ii) 2-میتھائل پینٹنل (2-Methylpentanal)

(iii) بینزل ڈیہائڈ (Benzaldehyde) (iv) بینزوفینون (Benzophenone)

(v) سائیکلوہیکسینون (Cyclohexanone) (vi) 1-فنائل پروپینون (1-Phenylpropanone)

(vii) فنائل ایسیٹل ڈیہائڈ (Phenylacetaldehyde)

(viii) بیوٹین-1-اول (Butan-1-ol)

(ix) 2،2-ڈائی میتھائل بیوٹنل (2,2-Dimethylbutanal)

12.8 آپ ایتھنل (Ethanal) کو مندرجہ ذیل مرکبات میں کس طرح تبدیل کریں گے؟

(i) بیوٹین-1،3-ڈائی اول (Butane-1,3-diol)

(ii) بیوٹ-2-اینل (But-2-enal)

(iii) بیوٹ-2-اینوئک ایسڈ (But-2-enoic acid)

12.9 پروپینل اور بیوٹنل کے چار ممکنہ الڈول تکثیف ماحصلات کے نام اور ساختی فارمولے لکھیے۔ ہر ایک معاملہ میں یہ بھی ظاہر کیجیے کہ کون سا الڈیہائڈ نیوکلیوفائل کے طور پر کام کرتا ہے اور کون سا الیکٹروفائل کے طور پر۔

12.10 ایک نامیاتی مرکب جس کا سالماتی فارمولہ $C_9H_{10}O$ ہے 2,4-DNP مشتق بناتا ہے، ٹالنس ریجنٹ (Tollens reagent) کی تحویل کرتا ہے اور کینیزارو تعامل (Cannizzaro reaction) کرتا ہے۔ شدید تکسید کے نتیجے میں یہ 1، 2-بینزین ڈائی کاربوکسلک ایسڈ بناتا ہے۔ مرکب کی شناخت کیجیے۔

12.11 ایک نامیاتی مرکب (A) (سالماتی فارمولہ $C_8H_{16}O_2$) ڈائی لیوٹ سلفیورک ایسڈ کے ساتھ آب پاشیدہ ہوکر کاربوکسلک ایسڈ (B) اور الکوحل (C) بناتا ہے۔ کرومک ایسڈ کے ساتھ (C) کی تکسید سے (B) حاصل ہوتا ہے۔ (C) کی نابیدگی سے بیوٹ-1-این (But-1-ene) حاصل ہوتا ہے۔ ملوث تعاملات کی مساواتیں لکھیے۔

12.12 مندرجہ ذیل مرکبات کو ان کی ظاہر کی گئی خصوصیت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے۔

(i) ایسیٹل ڈیہائڈ، ایسیٹون، ڈائی ٹرشری بیوٹائل کیٹون، میتھائل ٹرشری بیوٹائل کیٹون (HCN کے تئیں تعاملیت)

(ii) $CH_3CH_2CH(Br)COOH$، $CH_3CH(Br)CH_2COOH$، $(CH_3)_2CHCOOH$، $CH_3CH_2CH_2COOH$ (تیزابی قوت)

(iii) بینزوئک ایسڈ، 4-نائٹروبینزوئک ایسڈ، 3،4-ڈائی نائٹروبینزوئک ایسڈ، 4-میتھاکسی بینزوئک ایسڈ (تیزابی قوت)

12.13 مندرجہ ذیل مرکبات کے جوڑوں کے درمیان فرق کرنے کے لیے سادہ کیمیائی ٹیسٹ لکھیے۔

(i) پروپینل اور پروپینون (Propanal and Propanone)

(ii) ایسیٹوفینون اور بینزوفینون (Acetophenone and Benzophenone)

(iii) فینال اور بینزوئک ایسڈ (Phenol and Benzoic acid)

(iv) بینزوئک ایسڈ اور ایتھائل بینزوایٹ (Benzoic acid and Ethyl benzoate)

(v) پینٹین-2-اون اور پینٹین-3-اون (Pentan-3-one and Pentan-2-one)

(vi) بینزل ڈیہائڈ اور ایسیٹوفینان (Benzaldehyde and Acetophenone)

(vii) ایتھنل (Ethanal) اور پروپینل (Propanal)

12.14 آپ بینزین سے مندرجہ ذیل مرکبات کس طرح تیار کریں گے۔ آپ کسی بھی ایسے نامیاتی یا غیر نامیاتی ریجنٹ کا استعمال کر سکتے ہیں جس میں ایک سے زیادہ کاربن ایٹم نہ ہو

(i) میتھائل بینزوایٹ (Methyl benzoate)

(ii) m-نائٹروبینزوئک ایسڈ (m-Nitrobenzoic acid)

(iii) p-نائٹروبینزوئک ایسڈ (p-Nitrobenzoic acid)

(iv) فینائل ایسیٹک ایسڈ (Phenylacetic acid)

(v) p-نائٹروبینزل ڈیہائڈ (p-Nitrobenzaldehyde)

12.15 آپ زیادہ سے زیادہ دو مرحلوں میں مندرجہ ذیل تبدیلیاں کس طرح انجام دیں گے؟

(i) پروپنون کی پروپین میں (Propanone to Propene)

(ii) بینزوئک ایسڈ کی بینزل ڈیہائڈ میں (Benzoic acid to Benzaldehyde)

(iii) ایتھنال کی 3-ہائڈراکسی بیوٹنل میں (Ethanol to 3-Hydroxybutanal)

(iv) بینزین کی m- نائٹرو ایسیٹو فینون میں (Benzene to m-Nitroacetophenone)

(v) بینزل ڈیہائڈ کی بینزوفینان میں (Benzaldehyde to Benzophenone)

(vi) برومو بینزین کی 1-فنائل ایتھنال میں (Bromobenzene to 1-Phenylethanol)

(vii) بینزل ڈیہائڈ کی 3-فنائل پروپین-1-آل میں (Benzaldehyde to 3-Phenylpropan-1-ol)

(viii) بینزل ڈیہائڈ کی α ہائڈراکسی فنائل ایسیٹک ایسڈ میں
(Benazaldehyde to α-Hydroxyphenylacetic acid)

(ix) بینزوئک ایسڈ کی m- نائٹروبینزائل الکوحل میں (Benzoic acid to m- Nitrobenzyl alcohol)

12.16 مندرجہ ذیل کو بیان کیجیے۔

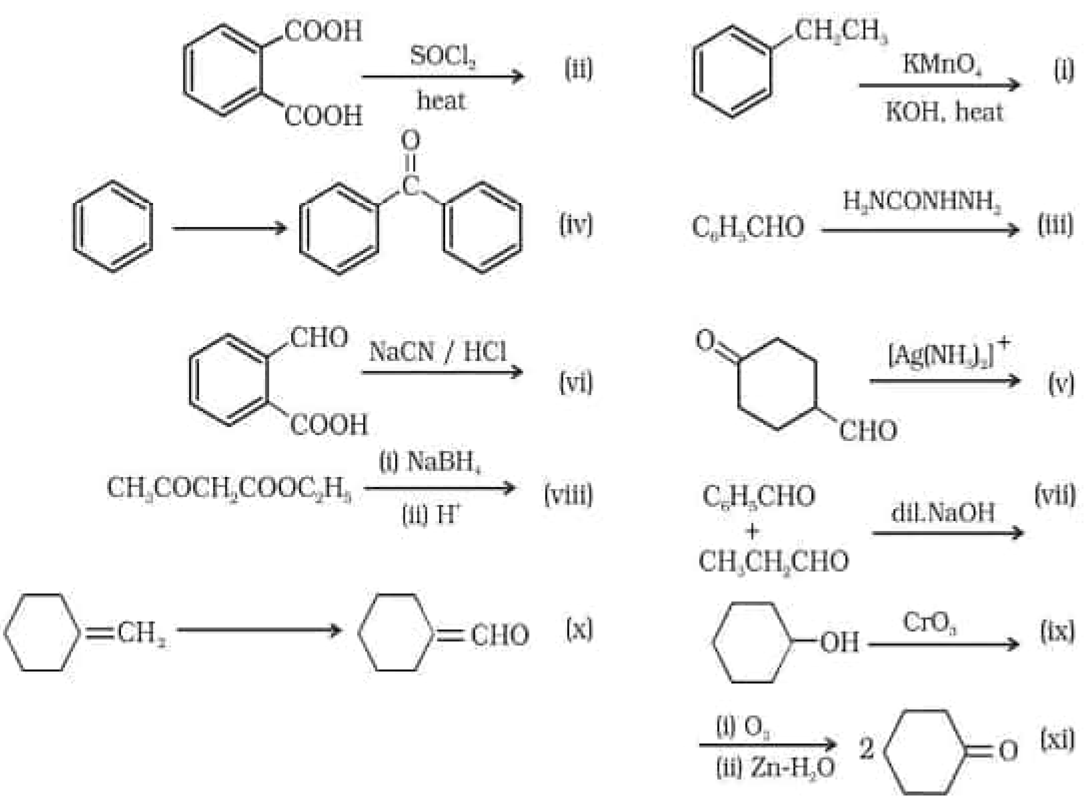
(i) ایسیٹائلیشن (Acetylation)

(ii) کینیزارو تعامل (Cannizzaro reaction)

(iii) کراس الڈول تکثیف (Cross Aldol Condansation)

(iv) ڈی کاربوکسیلیشن (Decarboxylation)

12.17 نامعلوم ابتدائی مادہ، ریجنٹ یا ماحصل کو بتاتے ہوئے ہر ایک تالیف کو مکمل کیجیے۔



12.18 مندرجہ ذیل ہر ایک کی تشریح کیجیے:

(i) سائیکلوہیکسینون اچھی مقدار میں سائنو ہائڈرن بناتا ہے، لیکن 2،2،6-ٹرائی میتھائل سائیکلوہیکسینون نہیں بناتا۔

(ii) سیمی کاربازائڈ میں دو NH_2– گروپ ہوتے ہیں تاہم صرف ایک گروپ ہی سیمی کاربازون کی تشکیل میں حصہ لیتا ہے۔

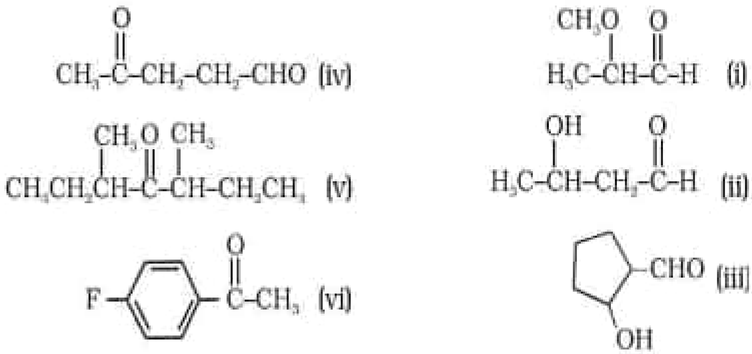
(iii) ایسڈ وسیط کی موجودگی میں کاربوکسلک ایسڈ اور الکوحل کے ذریعہ ایسٹر بنانے کے دوران پانی یا ایسٹر کو اس کے بننے کے فوراً بعد ہٹا دینا چاہیے۔

12.19 ایک نامیاتی مرکب 69.77% کاربن، 11.63% ہائڈروجن اور باقی آکسیجن پر مشتمل ہے۔ مرکب کی سالماتی کمیت 86 ہے۔ یہ ٹالنس ریجنٹ کی تحویل نہیں کرتا مگر سوڈیم ہائڈروجن سلفائٹ کے ساتھ جمعی مرکب بناتا ہے اور مثبت آیوڈوفارم ٹیسٹ دیتا ہے۔ شدید تکسید کے نتیجے میں یہ ایتھنائک اور پروپینائک ایسڈ بناتا ہے۔ مرکب کی ممکنہ ساخت لکھیے۔

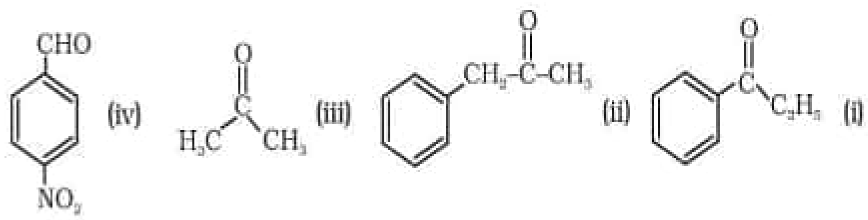
12.20 حالانکہ فینا کسائڈ آین میں کاربوکسیلیٹ آین کے مقابلے زیادہ گمک ساختیں ہوتی ہیں پھر بھی کاربوکسلک ایسڈ فینال کے مقابلے زیادہ تیزابی ہے۔ کیوں؟

متن پر مبنی سوالوں کے جوابات

12.1



12.2

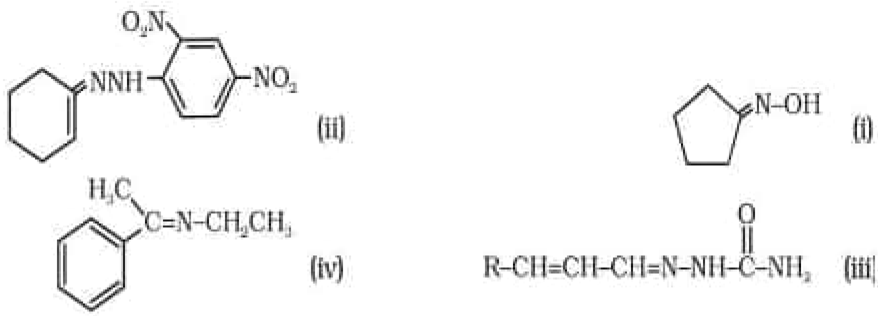


12.3 $CH_3CH_2CH_3 < CH_3OCH_3 < CH_3CHO < CH_3CH_2OH$

12.4 (i) ایتھنیل > پروپینیل > پروپینون > بیوٹینون

(ii) p-نائٹروبینزل ڈیہائڈ > بینزل ڈیہائڈ > p-ٹولوئلڈیہائڈ > ایسیٹوفینان

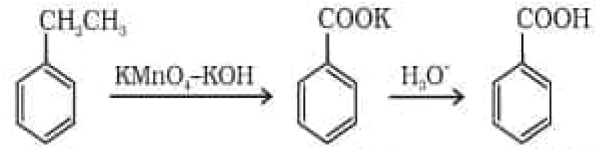
12.5



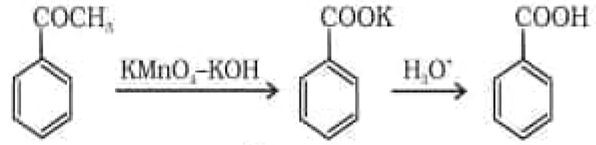
12.6 (i) 3-فنائل پروپینائک ایسڈ (ii) 3-میتھائل بیوٹ-2-اینائک ایسڈ

(iii) 2-میتھائل سائکلو پنٹین کاربوکسلک ایسڈ (iv) 2،4،6-ٹرائی نائٹرو بینزوئک ایسڈ

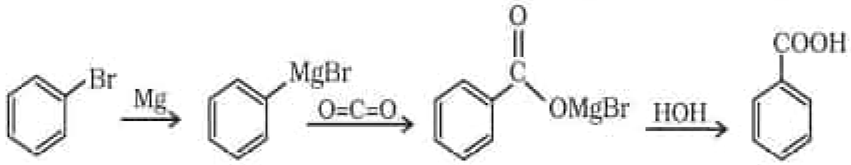
12.7



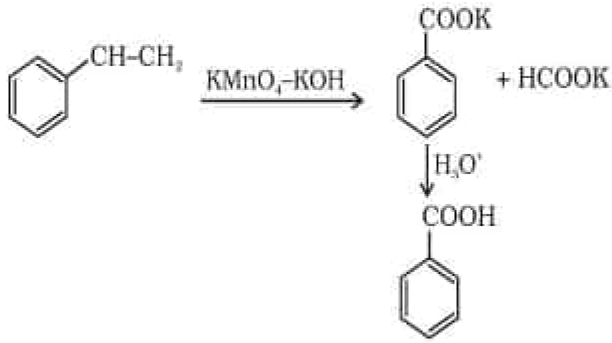
(i)



(ii)



(iii)



(iv)

12.8 (i) CH_2FCOOH (ii) CH_2FCOOH (iii) CH_3CHFCH_2COOH (iv) $F_3C-C_6H_4-COOH$

اکائی 13

امین
(Amines)

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- امین کو پرامڈل ساخت والے امونیا کے مشتقوں کے طور پر بیان کرسکیں گے؛
- امین کی درجہ بندی پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری کے تحت کرسکیں گے؛
- عام نام اور IUPAC نظام کے تحت امین کے نام رکھ سکیں گے؛
- امین تیار کرنے کے اہم طریقوں کو بیان کرسکیں گے؛
- امین کی خصوصیات کی تشریح کرسکیں گے؛
- پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری امین کے درمیان فرق واضح کرسکیں گے؛
- ڈائی ایزونیم نمک (Diazonium salts) تیار کرنے کے طریقوں اور ایرومیٹک مرکبات (جس میں azo رنگ بھی شامل ہیں) کی تالیف میں ان کی اہمیت بیان کرسکیں گے؛

"امین کا اہم صنعتی استعمال دواؤں اور ریشوں کی تالیف میں انٹرمیڈیٹ کے طور پر کیا جاتا ہے"۔

امین نامیاتی مرکبات کا ایک اہم زمرہ تشکیل دیتے ہیں جسے امونیا کے سالمہ میں ایک یا زیادہ ہائڈروجن ایٹوں کو الکائل / ایرائل گروپ/ گروپوں سے بدل کر اخذ کیا جاتا ہے۔ قدرتی طور پر یہ پروٹین، وٹامن، الکیلائڈ (Alkaloids) اور ہارمون کی شکل میں پائے جاتے ہیں۔ پالیمر، رنگ (Dyes) اور دوائیں امین کی تالیفی مثالیں ہیں۔ حیاتیاتی اعتبار سے سرگرم دو مرکبات ایڈرینیلین (Adrenaline) اور ایفیڈرن (Ephadrin) (دونوں سیکنڈری امینو گروپ پر مشتمل ہوتے ہیں) کا استعمال بلڈ پریشر بڑھانے میں کیا جاتا ہے۔ نووکین (Novocain)، ایک تالیفی امینو مرکب ہے، اس کا استعمال دانتوں کے علاج میں انیستھیسیا (Anaesthesia) کے طور پر کیا جاتا ہے۔ بیناڈرل (Benadryl) ایک جانی پہچانی اینٹی ہسٹامنک (Antihistaminic) دوا ہے، یہ بھی ٹرشری امینو گروپ پر مشتمل ہوتی ہے۔ کوانٹرنری (Quanternary) امونیم نمک کا استعمال سرفیکٹینٹ (Surfactants) کے طور پر کیا جاتا ہے۔ ڈائی ایزونیم نمک کا استعمال متعدد ایرومیٹک مرکبات (جس میں ڈائی بھی شامل ہیں) کی تیاری میں بحیثیت انٹرمیڈیٹ کیا جاتا ہے۔ اس اکائی میں آپ امین (Amines) اور ڈائی ایزونیم نمکوں کا مطالعہ کریں گے۔

I۔ امین (Amines)

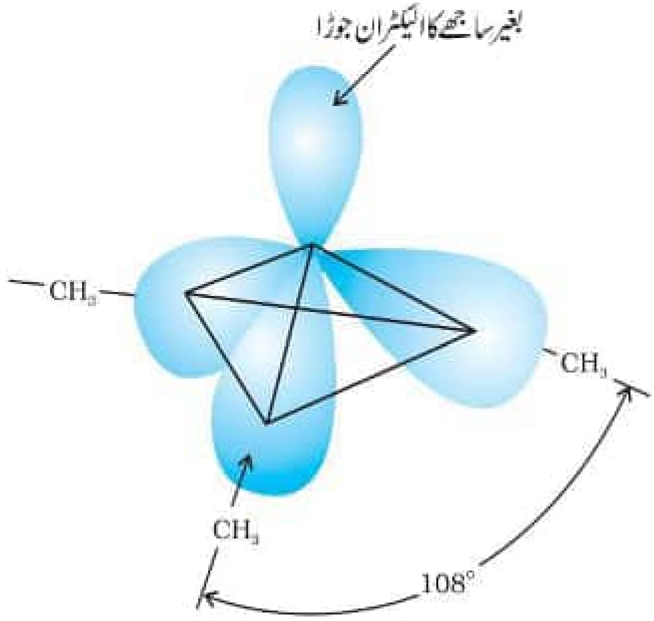
امین کو امونیا کے مشتق تصور کیا جاتا ہے جنھیں ایک، دو یا تینوں ہائڈروجن ایٹوں کو الکائل اور/ یا ایرائل گروپوں سے بدل کر حاصل کیا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر

$CH_3{-}NH_2$، $C_6H_5{-}NH_2$، $CH_3{-}NH{-}CH_3$، $CH_3{-}N(CH_3)_2$

13.1 امین کی ساخت (Structure of Amines)

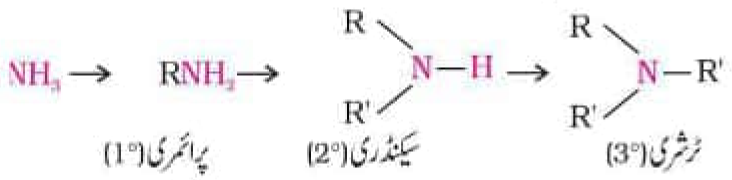
امونیا کی طرح امین کا نائٹروجن ایٹم بھی سہ گرفتی (Trivalent) ہوتا ہے اور اس کے پاس الیکٹرانوں کا ایک بغیر ساجھے کا جوڑا ہوتا ہے۔ امین میں نائٹروجن اربٹل sp^3 مخلوط شدہ ہوتے ہیں اور امین کی جیومیٹری پیرامڈل (Pyramidal) ہوتی ہے۔ نائٹروجن کے تینوں sp^3 مخلوط شدہ اربٹل میں سے ہر ایک ہائڈروجن یا کاربن کے اربٹل پر منطبق ہوتا ہے جس کا انحصار امین کی ترکیب پر ہوتا ہے۔ سبھی امین میں نائٹروجن کا چوتھا اربٹل الیکٹرانوں کے بغیر ساجھے کے جوڑے پر مشتمل ہوتا ہے۔ الیکٹرانوں کے بغیر ساجھے کے جوڑے کی موجودگی کی وجہ سے زاویہ C–N–E (جہاں E، کاربن یا ہائڈروجن ہے) 109.5 سے کم ہوتا ہے؛ مثلاً ٹرائی میتھائل امین کے معاملہ میں یہ 108° ہوتا ہے جیسا کہ شکل 13.1 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 13.1: ٹرائی میتھائل امین کی پرامڈل شکل

13.2 درجہ بندی (Classification)

امین کی درجہ بندی پرائمری (1°)، سیکنڈری (2°) اور ٹرشری (3°) کے طور پر کی جاتی ہے جس کا انحصار اس بات پر ہے کہ امونیا سالمہ میں الکائل یا ایرائل گروپ کے ذریعہ ہائڈروجن کے کتنے ایٹم ہٹائے جاتے ہیں۔ اگر امونیا کا ایک ہائڈروجن ایٹم R یا Ar کے ذریعہ ہٹا دیا جاتا ہے تو ہمیں RNH_2 یا $ArNH_2$ یعنی پرائمری امین (1°) حاصل ہوتا ہے۔ اگر امونیا کے دو ہائڈروجن ایٹم یا $R{-}NH_2$ کا ایک ہائڈروجن ایٹم دوسرے الکائل/ ایرائل (R) گروپ کے ذریعہ ہٹا دیا جائے تو کیا حاصل ہوگا؟ دوسرا الکائل/ ایرائل گروپ کے ذریعہ دیگر ہائڈروجن ایٹم کو ہٹانے پر ٹرشری امین حاصل ہوتا ہے۔ اگر سبھی الکائل یا ایرائل گروپ یکساں ہیں تو امین 'سادہ' (Simple) کہلاتے ہیں اور اگر مختلف ہیں تو 'مکسڈ' (Mixed) کہلاتے ہیں۔



13.3 تسمیہ (Nomenclature)

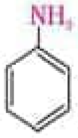
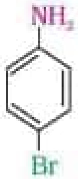
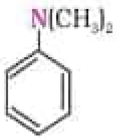
عام نظام کے تحت ایلیفیٹک امین کے نام امین سے پہلے سابقہ الکائل گروپ لگا کر رکھے جاتے ہیں یعنی الکائل امین بحیثیت واحد لفظ (مثلاً میتھائل امین)۔ سیکنڈری اور ٹرشری امین میں اگر دو یا زیادہ گروپ یکساں ہیں تو الکائل گروپ کے نام سے پہلے ڈائی یا ٹرائی جوڑ دیا جاتا ہے۔ IUPAC نظام کے تحت پرائمری امین کے نام **الکین امین** (Alkanamins) کے طور پر رکھے جاتے ہیں یعنی نام رکھتے وقت لفظ Alkane کے حرف e کو amine سے بدل دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر CH_3NH_2 کا نام Methanamine ہے۔ اگر ایک سے زیادہ امینو گروپ پدری زنجیر میں مختلف مقامات پر موجود ہیں تو NH_2 گروپ والے کاربن ایٹم کو اعداد عطا کر کے ان کے مقامات کی وضاحت کی جاتی ہے اور امین سے کسی مناسب سابقہ جیسے ڈائی، ٹرائی وغیرہ کو منسلک کر دیتے ہیں۔ ہائڈروکاربن حصہ کے لاحقہ کا حرف 'e' برقرار رہتا ہے۔ مثال کے طور پر $H_2N–CH_2–CH_2–NH_2$ کا نام 1,2-diamine ہے۔

سیکنڈری اور ٹرشری امینوں کے نام رکھتے وقت ہم لوکینٹ (Locant) N کا استعمال نائٹروجن ایٹم سے ملحق بدل (Substituent) کو مقام دینے کے لیے کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر $CH_3\ NHCH_2\ CH_3$ کا نام N میتھائل امین اور $(CH_3\ CH_2)_3$N کو N,N-ڈائی ایتھائل امین کا نام دیا جاتا ہے۔ مزید مثالیں جدول 13.1 میں دی گئی ہیں۔

ایرائل امین میں NH_2- گروپ بینزین رنگ سے براہ راست منسلک ہوتا ہے۔ $C_6H_5NH_2$ ایرائل امین کی سادہ ترین مثال ہے۔ عام نظام کے تحت یہ اینیلین (Aniline) کے نام سے جانا جاتا ہے۔ یہ اس کا قابل قبول IUPAC نام بھی ہے۔ IUPAC کے تحت ایرائل امین کو نام دینے کے لیے ایرین (Arene) کے لاحقہ 'e' کو amine سے بدل دیا جاتا ہے۔ اس طرح IUPAC نظام میں $C_6H_5–NH_2$ کا نام بینزین امین (benzenamine) ہے۔ کچھ الکائل امین اور ایرائل امین کے عام نام اور IUPAC نام جدول 13.1 میں دیے گئے ہیں۔

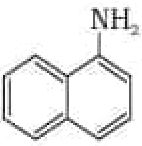
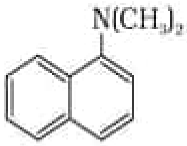
جدول 13.1 کچھ الکائل امین اور ایرائل امین کا تسمیہ

امین	عام نام	IUPAC نام
$CH_3–CH_2–NH_2$	ایتھائل امین	ایتھین امین
$CH_3–CH_2–CH_2–NH_2$	n-پروپائل امین	پروپین-1-امین
$CH_3–CH(NH_2)–CH_3$	آئسو پروپائل امین	پروپین-2-امین
$CH_3–N(H)–CH_2–CH_3$	ایتھائل میتھائل امین	N-میتھائل ایتھین امین
$CH_3–N(CH_3)–CH_3$	ٹرائی میتھائل امین	N،N-ڈائی میتھائل میتھین امین
$C_2H_5–N(C_2H_5)–\overset{1}{C}H_2–\overset{2}{C}H_2–\overset{3}{C}H_2–\overset{4}{C}H_3$	N،N-ڈائی ایتھائل بیوٹائل امین	N،N-ڈائی ایتھائل بیوٹین-1-امین
$NH_2–\overset{1}{C}H_2–\overset{2}{C}H=\overset{3}{C}H_2$	ایلل امین	پروپ-2-این-1-امین
$NH_2–(CH_2)_6–NH_2$	ہیکسا میتھائلین ڈائی امین	ہیکسین-1،6- ڈائی امین

اینیلین یا بینزین امین	اینیلین	
2-میتھائل اینیلین	O-ٹولوئیڈین	
4-بروموبینزین امین یا 4-برومواینیلین	p-برومواینیلین	
N،N-ڈائی میتھائل بینزین امین	N،N-ڈائی میتھائل اینیلین	

متن پر مبنی سوالات

13.1 مندرجہ ذیل امین کی درجہ بندی پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری امین کے تحت کیجیے۔

(i)  (ii)  (iii) $(C_2H_5)_2CHNH_2$ (iv) $(C_2H_5)_2NH$

13.2 (i) سالماتی فارمولہ $C_4H_{11}N$ کے نظیری مختلف آئسومیرک امین کی ساختیں لکھیے۔

(ii) سبھی آئسومر کے IUPAC نام لکھیے۔

(iii) امین کے مختلف جوڑوں کے ذریعہ کس قسم کی آئسومیرزم ظاہر ہوتی ہے؟

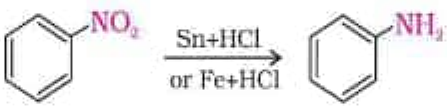
13.4 امین کی تیاری (Preparation of Amines)

امین مندرجہ ذیل طریقوں سے تیار کیے جاتے ہیں:

1. نائٹرومرکبات کی تکسید (Reduction of nitro compounds)

باریک نکل، پیلیڈیم یا پلیٹینم کی موجودگی میں ہائڈروجن گیس گزارنے پر نائٹرومرکبات کی امین میں تحویل ہو جاتی ہے اور تیزابی میڈیم میں دھاتوں کے ساتھ نائٹرومرکبات تحویل ہو کر امین بناتے ہیں۔ نائٹروالکین (Nitroalkanes) بھی اسی طرح نظیری الکینامین (Alkanamines) میں تحویل ہو جاتے ہیں۔

(i) 

(ii) 

2. الکائل ہیلائڈوں کا امونولسس (Ammonolysis of alkyl halides)

آپ مطالعہ کر چکے ہیں (اکائی 10، کلاس XII) کہ الکائل یا بینزائل ہیلائڈوں میں کاربن - ہیلوجن بانڈ نیوکلیوفائل کے ذریعہ آسانی سے شکستہ ہو جاتے ہیں۔ اس طرح الکائل یا بینزائل ہیلائڈ امونیا کے محلول میں ایتھنا ئک ایسڈ سے تعامل کر کے نیوکلیوفلک بدل تعامل انجام دیتے ہیں جس میں ہیلوجن ایٹم امینو $(-NH_2)$ گروپ کے ذریعہ بدل دیا جاتا ہے۔ امونیا سالمہ کے ذریعہ C-X بانڈ کی شکستگی کا یہ عمل امونولسس (Ammonolysis) کہلاتا ہے۔ تعامل کو 373 K پر سیل بند ٹیوب میں انجام دیا جاتا ہے۔ اس طرح بننے والے پرائمری امین نیوکلیوفائل کے طور پر کام کرتے ہیں اور الکائل ہیلائڈ سے مزید تعامل کر کے سیکنڈری اور ٹرشری امین بناتے ہیں اور بالآخر کواٹرنری امونیم نمک (Quaternary ammonium salts) بناتے ہیں۔

$$\ddot{N}H_3 + R-X \longrightarrow R-\overset{+}{N}H_3\overset{-}{X}$$

نیوکلیوفائل — بدل شدہ امونیم نمک

$$\underset{(1^\circ)}{RNH_2} \xrightarrow{RX} \underset{(2^\circ)}{R_2NH} \xrightarrow{RX} \underset{(3^\circ)}{R_3N} \xrightarrow{RX} R_4\overset{+}{N}\overset{-}{X}$$

کواٹرنری امونیم نمک

آزاد امین حاصل کرنے کے لیے امونیم نمک کا قوی اساس کے ساتھ تعامل کرایا جا سکتا ہے۔

$$R-\overset{+}{N}H_3\overset{-}{X} + NaOH \longrightarrow R-NH_2 + H_2O + \overset{+}{Na}\overset{-}{X}$$

امونولسس کی ایک خامی یہ ہے کہ اس میں پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری امین کا آمیزہ حاصل ہوتا ہے نیز کواٹرنری امونیم نمک بھی بنتا ہے۔ تاہم امونیا کو وافر مقدار میں لے کر پرائمری امین کو اہم ماحصل کے طور پر حاصل کیا جاتا ہے۔

امین کے ساتھ ہیلائڈوں کی تعاملیتی ترتیب اس طرح ہے RI > RBr > RCl۔

مندرجہ ذیل تعاملات کے لیے کیمیائی مساواتیں لکھیے۔

(i) ایتھنا لک NH_3 کا C_2H_5Cl کے ساتھ تعامل

(ii) بینزائل کلورائڈ کا امونولسس اور بننے والے امین کا CH_3Cl کے دو مولوں کے ساتھ تعامل

حل

(i) $$C_2H_5-Cl \xrightarrow{NH_3} C_2H_5-NH_2 \xrightarrow{C_2H_5-Cl} C_2H_5-\overset{H}{\overset{|}{N}}-C_2H_5 \xrightarrow{C_2H_5-Cl} C_2H_5-\underset{C_2H_5}{\underset{|}{N}}-C_2H_5 \xrightarrow{C_2H_5Cl} (C_2H_5)_4\overset{+}{N}\overset{-}{Cl}$$

کلورو ایتھین — ایتھین امین — N-ایتھائل ایتھین امین — N،N-ڈائی ایتھائل ایتھانامائن — کواٹرنری امونیم نمک

(ii) $$C_6H_5-CH_2-Cl \xrightarrow{NH_3} C_6H_5-CH_2NH_2 \xrightarrow{2CH_3Cl} C_6H_5-CH_2-\underset{CH_3}{\underset{|}{N}}-CH_3$$

بینزائل کلورائڈ — بینزائن امین — N،N-ڈائی میتھائل فنائل امین

3. نائٹرائلس کی تحویل (Reduction of nitriles)

لیتھیم ایلیومنیم ہائڈرائڈ ($LiAlH_4$) کے ساتھ نائٹرائلس کی تحویل یا وسیطی ہائڈروجینیشن کے ذریعہ پرائمری امین بنتے ہیں۔ اس تعامل کا استعمال امین سلسلہ کے ascent میں کیا جاتا ہے یعنی ایسے امین تیار کرنے کے لیے جن میں ابتدائی امین کے مقابلے ایک کاربن ایٹم زیادہ ہوتا ہے۔

$$R-C\equiv N \xrightarrow[Na(Hg)/C_2H_5OH]{H_2/Ni} R-CH_2-NH_2$$

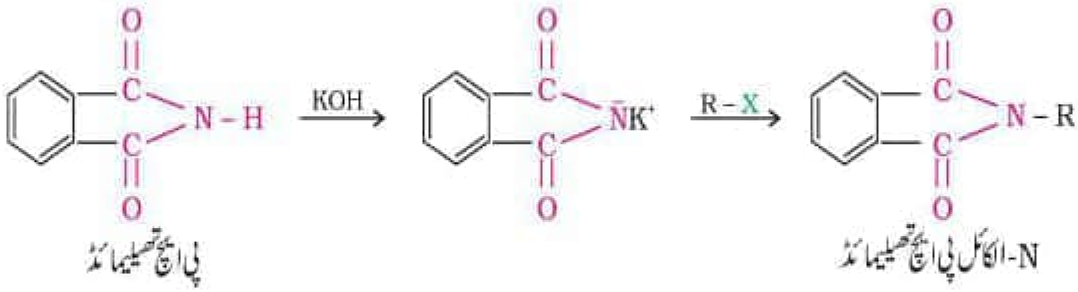
4. ایمائڈ کی تحویل (Reduction of amides)

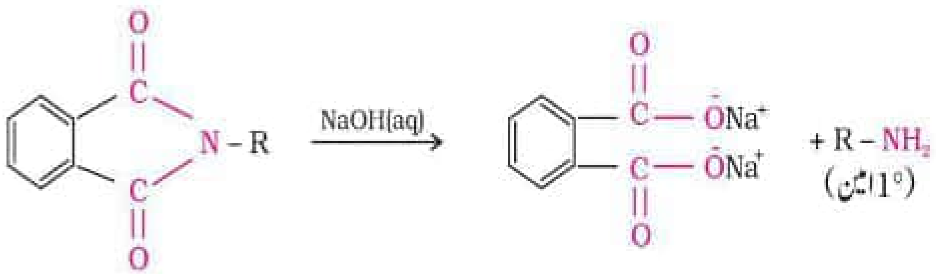
لیتھیم ایلیومنیم ہائڈرائڈ کے ساتھ ایمائڈ کی تحویل سے امین حاصل ہوتے ہیں۔

$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2 \xrightarrow[(ii)\ H_2O]{(i)\ LiAlH_4} R-CH_2-NH_2$$

5. گیبریل پی ایچ تھیلیمائڈ تالیف (Gabriel phthalimide synthesis)

گیبریل تالیف کا استعمال پرائمری امین تیار کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ پی ایچ تھیلیمائڈ (phthalimide)، ایتھنالک پوٹاشیم ہائڈرا کسائڈ کے ساتھ تعامل کر کے پی ایچ تھیلیمائڈ کا پوٹاشیم نمک بناتا ہے جسے الکائل ہیلائڈ کے ساتھ گرم کرنے اور پھر قلوی آب پاشیدگی کے ذریعہ نظیری پرائمری امین حاصل ہوتا ہے۔ ایرومیٹک پرائمری امین اس طریقے کے ذریعہ تیار نہیں کیے جاسکتے کیونکہ ایرائل ہیلائڈ پی ایچ تھیلیمائڈ کے ذریعہ بننے والے این آین کے ساتھ نیوکلیوفلک بدل تعامل انجام نہیں دیتے۔





6. ہاف مین بروماماائڈ ڈی گریڈیشن تعامل
(Hoffmann bromamide degradation reaction)

ہاف مین (Hoff mann) نے پرائمری امین کو تیار کرنے کا طریقہ ایجاد کیا جس میں ایمائڈ کا برومین کے ساتھ سوڈیم ہائڈرا کسائڈ کے آبی یا ایتھنائک محلول میں تعامل کرایا جاتا ہے۔ اس الکائل یا ایرائڈ گروپ

ایمائڈ کے کاربونل گروپ سے نائٹروجن ایٹم کی طرف ہجرت کرتا ہے۔ اس طرح بننے والے امین میں ایمائڈ کے مقابلے ایک کاربن کم ہوتا ہے۔

$$R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-NH_2 + Br_2 + 4NaOH \longrightarrow R-NH_2 + Na_2CO_3 + 2NaBr + 2H_2O$$

مثال 13.2 مندرجہ ذیل تبدیلیوں کے لیے کیمیائی مساوات لکھیے۔

(i) CH_3-CH_2-Cl into $CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$

(ii) $C_6H_5-CH_2-Cl$ into $C_6H_5-CH_2-CH_2-NH_2$

حل

(i) $$\underset{\text{کلورو ایتھین}}{CH_3-CH_2-Cl} \xrightarrow{\text{Ethanolic NaCN}} \underset{\text{پروپین نائٹرائل}}{CH_3-CH_2-C\equiv N} \xrightarrow{\text{reduction}} \underset{\text{پروپین-1-امین}}{CH_3-CH_2-CH_2-NH_2}$$

(ii) $$\underset{\text{کلوروفنائل میتھین (بینزائل کلورائڈ)}}{C_6H_5-CH_2-Cl} \xrightarrow{\text{Ethanolic NaCN}} \underset{\text{فنائل ایتھین نائٹرائل}}{C_6H_5-CH_2-C\equiv N} \xrightarrow{H_2/Ni} \underset{\text{2-فنائل ایتھین امین}}{C_6H_5-CH_2-CH_2-NH_2}$$

مثال 13.3 مندرجہ ذیل کے IUPAC نام اور ساختیں لکھیے۔

(i) وہ ایمائڈ جو ہاف مین برومائڈ کے ذریعہ پروپین امین (Propanamine) بناتا ہے۔

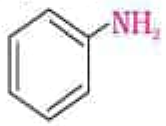
(ii) بینزیمائڈ کے ہاف مین ڈی گریڈیشن کے ذریعہ بننے والا امین۔

حل

(i) پروپین امین تین کاربن ایٹموں پر مشتمل ہوتا ہے اس طرح ایمائڈ سالمہ میں چار کاربن ایٹم ہونے چاہئیں۔ چار کاربن ایٹموں والے ابتدائی ایمائڈ کا IUPAC نام اور ساخت مندرجہ ذیل ہیں:

$$CH_3-CH_2-CH_2-\underset{\underset{\displaystyle O}{\|}}{C}-NH_2$$ بیوٹین امائڈ

(ii) بینزامائڈ ایک ایرومیٹک ایمائڈ ہے جو سات کاربن ایٹموں پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس طرح بینزامائڈ (Benzamide) سے بننے والا امین ایرومیٹک پرائمری امین ہے جو چھ کاربن ایٹموں پر مشتمل ہے۔



انیلین یا بینزین امین

متن پر مبنی سوالات

13.3 آپ مندرجہ ذیل تبدیلیاں کس طرح انجام دیں گے؟

(i) بینزین کی اینیلین میں (Benzene into aniline)

(ii) بینزین کی N،N-ڈائی میتھائل اینیلین میں (Benzene into N, N-dimethylaniline)

(iii) $Cl-(CH_2)_4-Cl$ کی ہیکسین-1،6-ڈائی امین میں [$Cl-(CH_2)_4-Cl$ into hexan-1,6-diamine]

13.5 طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

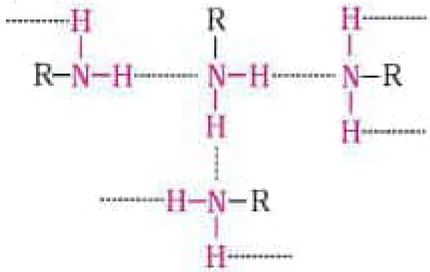
نچلے ایلیفیٹک امین گیسیں ہیں جن میں مچھلیوں جیسی بو آتی ہے تین یا زیادہ کاربن ایٹم والے پرائمری امین رقیق ہیں اور اونچے امین ٹھوس ہوتے ہیں۔ اینیلین اور دیگر ایرائل امین عام طور سے بے رنگ ہوتے ہیں لیکن ذخیرہ کرنے پر فضائی تکسید کی وجہ سے رنگین ہو جاتے ہیں۔

نچلے ایلیفیٹک امین پانی میں حل پذیر ہیں کیونکہ یہ پانی کے سالمات کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بناتے ہیں۔ تاہم امین کی سالماتی کمیت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ حل پذیری کم ہوتی جاتی ہے کیونکہ ہائڈروفوبک الکائل حصہ کے سائز میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ اونچے امین پانی میں غیر حل پذیر ہیں۔ امین کی نائٹروجن اور الکوحل کی آکسیجن کی برق منفیت (بالترتیب 3.0 اور 3.5 ہیں) کو ذہن میں رکھتے ہوئے آپ امین اور الکوحل کی پانی میں حل پذیری کے پیٹرن کی پیشین گوئی کر سکتے ہیں۔ بیوٹین-1-آل اور بیوٹین-1-امین میں سے کون پانی میں زیادہ حل پذیر ہے اور کیوں؟ امین نامیاتی محللوں جیسے الکوحل، ایتھر اور بینزین میں حل پذیر ہیں۔ آپ کو یاد ہوگا کہ الکوحل، امین کے مقابلے زیادہ قطبی ہوتے ہیں اور امین کے مقابلے مضبوط بین سالماتی ہائڈروجن بانڈ بناتے ہیں۔

پرائمری اور سیکنڈری امین میں بین سالماتی اتحاد پایا جاتا ہے کیونکہ ایک سالمہ کی نائٹروجن اور دوسرے سالمہ کی ہائڈروجن کے درمیان ہائڈروجن بندش ہوتی ہے۔ یہ انٹر سالماتی اتحاد سیکنڈری امین کے مقابلے پرائمری امین میں زیادہ ہے کیونکہ اس میں ہائڈروجن بانڈ کی تشکیل کے لیے دو ہائڈروجن ایٹم دستیاب رہتے ہیں۔ ٹرشری امین میں انٹر سالماتی اتحاد نہیں پایا جاتا کیونکہ ہائڈروجن بانڈ کی تشکیل کے لیے ہائڈروجن ایٹم دستیاب نہیں ہوتے۔ لہٰذا آئسومیرک امین کے نقطہ جوش کی ترتیب مندرجہ ذیل ہے:

ٹرشری < سیکنڈری < پرائمری

پرائمری امین میں انٹر سالماتی ہائڈروجن بندش کو شکل 13.2 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 13.2 : پرائمری امین میں انٹر سالماتی ہائڈروجن بندش

تقریباً یکساں سالماتی کمیت والے امین، الکوحل اور الکینس کے نقطۂ جوش جدول 13.2 میں دیے گئے ہیں۔

جدول 13.2 یکساں سالماتی کمیتوں والے امین، الکوحل اور الکینس کے نقطۂ جوش کا موازنہ

نمبر شمار	مرکب	مولر کمیت	b.p./K
1.	n-$C_4H_9NH_2$	73	350.8
2.	$(C_2H_5)_2NH$	73	329.3
3.	$C_2H_5N(CH_3)_2$	73	310.5
4.	$C_2H_5CH(CH_3)_2$	72	300.8
5.	n-C_4H_9OH	74	390.3

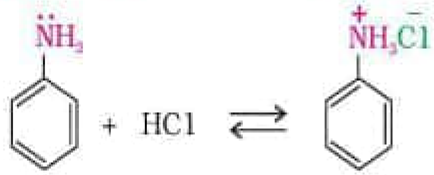
13.6 کیمیائی تعاملات (Chemical Reactions)

نائٹروجن اور ہائڈروجن ایٹموں کے درمیان برقی منفیت میں فرق اور نائٹروجن ایٹم پر الیکٹرانوں کے بغیر ساجھے کے جوڑے کی موجودگی امین کو تعامل پذیر بنا دیتی ہے۔ نائٹروجن ایٹموں سے منسلک ہائڈروجن ایٹموں کی تعداد بھی امینوں کے تعامل کرنے کے طریقہ کا تعین کرتی ہے۔ اسی لیے پرائمری $(-NH_2)$، سیکنڈری $(>N-H)$، اور ٹرشری امین $(>N-)$ کئی تعاملات کے معاملے میں ایک دوسرے سے مختلف ہوتے ہیں۔ علاوہ ازیں بغیر ساجھے کے الیکٹران جوڑے کی موجودگی کی وجہ سے امین نیوکلیوفائل کے طور پر کام کرتے ہیں۔ امین کے کچھ تعاملات ذیل میں دیے گئے ہیں:

1. امین کی اساسی خصوصیات (Basic character of amines)

تیزابی فطرت کی وجہ سے امین تیزابوں سے تعامل کرکے نمک بناتے ہیں۔

$$R-\ddot{N}H_2 + HX \rightleftharpoons R-\overset{+}{N}H_3\ \overset{-}{X} \quad \text{(Salt)}$$



اینیلین   اینیلینیم کلورائڈ

امین نمک NaOH جیسے اساس کے ساتھ تعامل کرکے پدری امین کی بازتشکیل کرتے ہیں۔

$$R\overset{+}{N}H_3\overset{-}{X} + \overset{-}{O}H \longrightarrow R\ddot{N}H_2 + H_2O + \overset{-}{X}$$

امین نمک پانی میں حل پذیر ہیں لیکن ایتھر جیسے نامیاتی محلولوں میں غیر حل پذیر ہیں۔ یہ تعامل امین کو پانی میں غیر حل پذیر نامیاتی مرکبات سے علاحدہ کرنے کی بنیاد ہے۔

امین کا معدنی تیزابوں کے ساتھ تعامل امونیم نمک بناتا ہے جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ان کی نوعیت اساسی ہے۔ امین میں نائٹروجن ایٹم پر الیکٹرانوں کا بغیر ساجھے کا جوڑا ہوتا ہے جس کی وجہ سے یہ لیوئس اساس (Lewis base) کی طرح طرزِ عمل ظاہر کرتے ہیں۔ امین کی اساسی خصوصیت کو ان کی K_b اور pK_b قدریں نیچے دی گئی ہیں۔

$$R-NH_2 + H_2O \rightleftharpoons R-\overset{+}{N}H_3 + \overset{-}{O}H$$

$$K = \frac{[R-\overset{+}{N}H_3][\overset{-}{O}H]}{[R-NH_2][H_2O]}$$

$$\text{or } K[H_2O] = \frac{[R-\overset{+}{N}H_3][\overset{-}{O}H]}{[R-NH_2]}$$

$$\text{or } \quad K_b = \frac{[R-\overset{+}{N}H_3][\overset{-}{O}H]}{[R-NH_2]}$$

$$pK_b = -\log K_b$$

Kb کی قدر جتنی زیادہ ہوگی یا pKb کی قدر جتنی کم ہوگی اتنا ہی طاقتور اساس ہوگا۔ چند امین کی pKb قدریں جدول 13.3 میں دی گئی ہیں۔

امونیا کی pK_b قدر 4.75 ہے۔ ایلیفیٹک امین امونیا کے مقابلے قوی اساس ہیں کیونکہ الکائل گروپ کا +I اثر نائٹروجن ایٹم پر زیادہ الیکٹران کثافت کا سبب ہے۔ ان کی pK_b قدریں 3 سے 4.22 کی رینج میں ہوتی ہیں۔ اس کے برعکس ایرومیٹک امین ایرائل گروپ کی الیکٹران ووڈرائنگ نوعیت کی وجہ سے امونیا کے مقابلے کمزور اساس ہوتے ہیں۔

جدول 13.3 آبی فیز میں امین کی pK_b قدریں

امین کے نام	pK_b
میتھین امین	3.38
N-متھائل میتھین امین	3.27
N،N-ڈائی متھائل میتھین امین	4.22
اِتھین امین	3.29
N-اِتھائل اِتھین امین	3.00
N،N-ڈائی اِتھائل اِتھین امین	3.25
بینزین امین	9.38
فنائل میتھین امین	4.70
N-متھائل اینیلین	9.30
N،N-ڈائی متھائل اینیلین	8.92

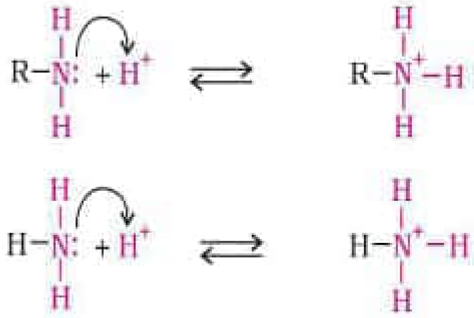
اگر آپ امین میں موجود Substituents کے +I یا –I اثر کی بنیاد پر امین کی K_b قدروں کی ترجمانی کرنے کی کوشش کریں گے تو آپ کو کچھ بے قاعدگیاں نظر آسکتی ہیں۔ امالی اثر کے علاوہ سولویشن اثر (Soluvation Effect)، اسٹیرک رکاوٹ وغیرہ کچھ اور بھی اثرات ہیں جو امین کی اساسی قوت کو متاثر کرتے ہیں۔ آپ کو مندرجہ ذیل پیراگراف میں جوابات مل جائیں گے۔

امین کا ساخت اساسیت تعلق (Structure-basicity relationship of amines)

امین کی اساسیت کا تعلق ان کی ساخت سے ہے۔ امین کی اساسی خصوصیت اس بات پر منحصر ہوتی ہے کہ یہ ایسڈ سے پروٹان حاصل کرکے کتنی آسانی سے کیٹ آین بناتے ہیں۔ امین سے متعلق کیٹ آین جتنا زیادہ مستحکم ہوگا امین اتنا ہی زیادہ اساسی ہوگا۔

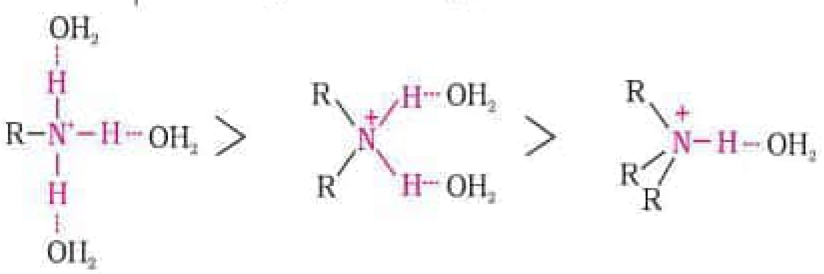
(a) الکین امین بالمقابل امونیا (Alkanamines versus ammonia)

آیئے الکین امین (alkanamine) اور امونیا کی اساسیت کا موازنہ کرنے کے لیے پروٹان کے ساتھ ان کے تعامل پر غور کرتے ہیں۔



الکائل گروپ کی الیکٹران خارج کرنے کی نوعیت کی وجہ سے یہ (R) الیکٹرانوں کو نائٹروجن کی طرف دھکیلتا ہے اور ایسڈ کے پروٹان کے ساتھ ساجھا کرنے کے لیے بغیر ساجھے کا الیکٹران جوڑا دستیاب کراتا ہے علاوہ ازیں امین سے بننے والا بدل امونیم آین الکائل گروپ کے I+ اثر کے ذریعہ مثبت چارج کے انتشار کی وجہ سے مستحکم ہو جاتا ہے۔ اس طرح الکائل امین (alkylamine) امونیا کے مقابلے قوی اساس ہیں۔ اس لیے الکائل گروپوں کی تعداد میں اضافہ کے ساتھ ساتھ الیفیٹک امین کی اساسی نوعیت میں بھی اضافہ ہونا چاہیے۔ گیسی فیز میں اس طرح کا رجحان دیکھا جاسکتا ہے۔ گیسی فیز میں امین کی اساسیت کی ترتیب توقع کے مطابق ہے۔ ٹرشری امین > سیکنڈری امین > پرائمری امین > NH_3۔ یہ رجحان آبی حالت میں باقاعدہ نہیں ہے جیسا کہ جدول 13.3 میں دی گئی ان کی pK_b قدروں سے معلوم ہوتا ہے۔ آبی فیز میں بدل امونیم کیٹ آین صرف الکائل گروپ (I+) کے الیکٹران اخراجی اثر کے ذریعہ ہی مستحکم نہیں ہوتے بلکہ پانی کے سالمات کے ساتھ سولویشن کی وجہ سے بھی مستحکم ہوتے ہیں۔ آین کا سائز جتنا بڑا ہوگا، سولویشن اتنا ہی کم ہوگا اور آین اتنا ہی کم مستحکم ہوگا۔ آینوں کے استحکام کی ترتیب مندرجہ ذیل ہے:

پانی میں H- بندش کی وسعت کی گھٹتی ہوئی ترتیب اور سولویشن کے ذریعہ آینوں کا استحکام



1°　　　　2°　　　　3°

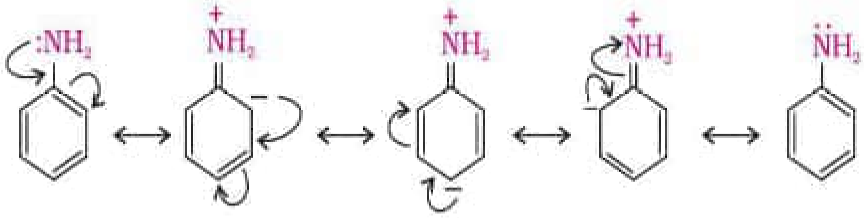
بدل امونیم کیٹ آین کا استحکام جتنا زیادہ ہوگا نظیری امین اتنا ہی قوی اساس ہونا چاہیے۔ اس طرح الیفیٹک امین کی اساسیت کی ترتیب یوں ہونی چاہیے: پرائمری > سیکنڈری > ٹرشری جو کہ امالی اثر پر مبنی ترتیب کے برعکس ہے۔ دوسرے یہ کہ جب الکائل گروپ چھوٹا ہو جیسے کہ $-CH_3$ گروپ تو H- بندش کے تئیں کوئی اسٹیرک رکاوٹ نہیں ہوتی۔ اگر الکائل گروپ CH_3 گروپ کے مقابلے بڑا ہے تو H- بندش کے تئیں اسٹیرک رکاوٹ ہوتی ہے۔ اس طرح الکائل گروپ کی نوعیت میں تبدیلی (مثلاً $-CH_3$ سے $-C_2H_5$ میں) اساسی قوت کی ترتیب میں تبدیلی کا سبب بن جاتی ہے۔ اس طرح الکائل گروپ کے امالی اثر، سولویشن اثر اور اسٹیرک رکاوٹ کا نازک تعامل (Subtle interplery) آبی حالت میں الکائل امین کی اساسی قوت کا تعین کرتا ہے۔ آبی محلول میں میتھائل بدل امین اور اِتھائل بدل امین کی اساسی قوت کی ترتیب مندرجہ ذیل ہے:

$(C_2H_5)_2NH > (C_2H_5)_3N > C_2H_5NH_2 > NH_3$

$(CH_3)_2NH > CH_3NH_2 > (CH_3)_3N > NH_3$

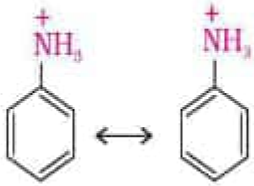
(b) ایرائل امین بالمقابل امونیا (Arylamines versus ammonia)

اینیلین کی pK_b قدر کافی زیادہ ہے۔ ایسا کیوں ہے؟ ایسا اس لیے ہے کہ اینیلین یا دیگر ایرائل امین میں $-NH_2$ گروپ بینزین رِنگ سے براہِ راست منسلک ہوتا ہے۔ اس کے نتیجے میں نائٹروجن ایٹم پر موجود بغیر ساجھے کا الیکٹران جوڑا بینزین رنگ کے ساتھ جفتہ بناتا ہے اور اس طرح پروٹونیشن کے لیے کم دستیاب رہتا ہے۔ اگر آپ اینیلین کی مختلف گمک ساختیں لکھتے ہیں تو آپ دیکھیں گے کہ اینیلین مندرجہ ذیل پانچ ساختوں کی گمک مخلوط ہے۔



I II III IV V

دوسری طرف پروٹان حاصل کر کے بننے والا اینیلینیم آین صرف دو گمک ساختیں ظاہر کرتا ہے (Kekule)۔



I II

ہم جانتے ہیں کہ گمک ساختوں کی تعداد جتنی زیادہ ہوگی استحکام اتنا ہی زیادہ ہوگا۔ اس طرح آپ یہ نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ اینیلین (پانچ گمک ساختیں) اینیلین آین کے مقابلے زیادہ مستحکم ہے۔ اس اینیلین یا دیگر ایرومیٹک امین کی پروٹان حاصل کرنے کی صلاحیت یا اساسی نوعیت امونیا کے مقابلے کم ہوگی۔ بدل اینیلین کے معاملے میں یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ $-OCH_3$، $-CH_3$ جیسے الیکٹران ریلیزنگ گروپ اساسی قوت میں اضافہ کرتے ہیں جبکہ $-NO_2$، $-SO_3H$، $-COOH$، $-X$ جیسے الیکٹران ودڑائنگ گروپ اساسی قوت کو کم کر دیتے ہیں۔

مثال 13.4 مندرجہ ذیل کو ان کی اساسی قوت کی گھٹتی ہوئی ترتیب میں لکھیے:

NH_3، $(C_2H_5)_2NH$، $C_2H_5NH_2$، $C_6H_5NH_2$

حل مذکورہ بالا امین اور امونیا کی اساسی قوت کی گھٹتی ہوئی ترتیب مندرجہ ذیل ہے:

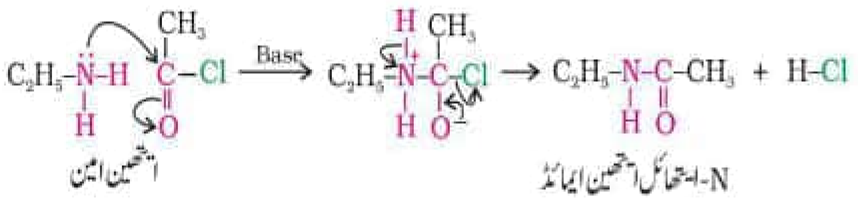
$(C_2H_5)_2NH > C_2H_5NH_2 > NH_3 > C_6H_5NH_2$

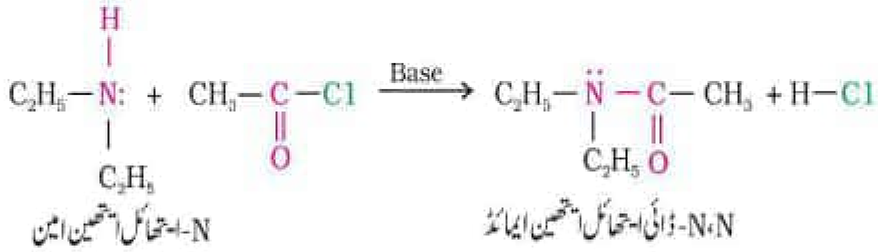
2. الکائلیشن (Alkylation)

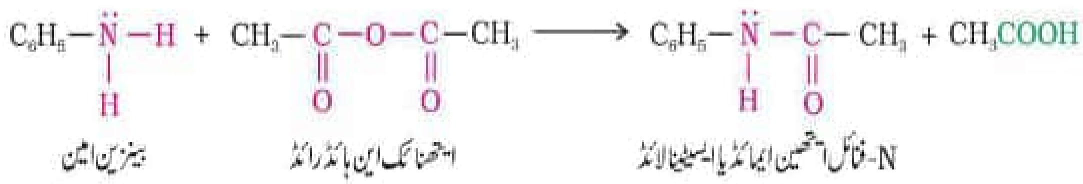
امین، الکائل ہیلائڈوں کے ساتھ تعامل کرکے الکائلیشن کا عمل انجام دیتے ہیں (اکائی 10، کلاس XII)۔

3. ایسائلیشن (Acylation)

ایلیفیٹک اور ایرومیٹک پرائمری اور سیکنڈری امین نیوکلیوفلک بدل تعامل کے ذریعہ ایسڈ کلورائڈ، این ہائڈرائڈ اور ایسٹر کے ساتھ تعامل کرتے ہیں۔ یہ تعامل ایسائلیشن (Acylation) کہلاتا ہے۔ اس تعامل کو آپ $-NH_2$ یا $>N-H$ گروپ کے ہائڈروجن ایٹم کا ایسائل گروپ کے ذریعہ بدل کے طور پر تصور کر سکتے ہیں۔ ایسائلیشن تعامل کے ذریعہ بننے والے ماحصلات ایمائڈ (Amides) کہلاتے ہیں۔ یہ تعامل امین کے مقابلے پائریڈین (Pyridine) جیسے قوی اساس کی موجودگی میں انجام دیا جاتا ہے جو بننے والے HCl کو ہٹا دیتا ہے اور توازن کو دائیں طرف شفٹ کر دیتا ہے۔







امین بینزوئل کلورائڈ (C_6H_5COCl) سے بھی تعامل کرتے ہیں یہ تعامل بینزوئلیشن (Benzoylation) کہلاتا ہے۔

$$CH_3NH_2 + C_6H_5COCl \rightarrow CH_3NHCOC_6H_5 + HCl$$

میتھین امین   بینزوئل کلورائڈ   N-میتھائل بینزامائڈ

آپ امین اور کاربوکسلک ایسڈ کے مابین ہونے والے تعامل کے ماحصل کے بارے میں کیا سوچتے ہیں؟ یہ کمرہ کے درجۂ حرارت پر امین کے ساتھ نمک بناتے ہیں۔

4. کاربل امین تعامل (Carbylamine reaction)

ایلیفیٹک اور ایرومیٹک امین کو کلوروفارم اور ایتھنالک پوٹاشیم ہائڈرآکسائڈ کے ساتھ گرم کرنے پر آئسو سائنائڈ یا کاربل امین (Carbylamine) بنتے ہیں جو کہ بدبودار اشیا ہیں۔ سیکنڈری اور ٹرشری امین اس قسم کا تعامل

نہیں کرتے۔ یہ تعامل کاربل امین تعامل یا آئسو سائنائڈ ٹیسٹ کہلاتا ہے اور پرائمری امین کی جانچ میں اس کا استعمال کیا جاتا ہے۔

$$R-NH_2 + CHCl_3 + 3KOH \xrightarrow{Heat} R-NC + 3KCl + 3H_2O$$

5. نائٹرس ایسڈ کے ساتھ تعامل (Reaction with nitrous acid)

امین کے تینوں زمرے نائٹرس ایسڈ (جسے معدنی تیزاب اور سوڈیم نائٹرائٹ سے Situ میں بنایا جاتا ہے) کے ساتھ مختلف طریقوں سے تعامل کرتے ہیں۔

(a) پرائمری ایلیفیٹک امین نائٹرس ایسڈ کے ساتھ تعامل کرکے ایلیفیٹک ڈائی ایزونیم نمک بناتے ہیں جو کہ غیر مستحکم ہونے کی وجہ سے مقداری اعتبار سے نائٹروجن گیس اور الکحل خارج کرتے ہیں۔ نائٹروجن گیس کا مقداری اخراج امینو ایسڈ اور پروٹین کے تخمینہ میں بروئے کار لایا جاتا ہے۔

$$R-NH_2 + HNO_2 \xrightarrow{NaNO_2 + HCl} [R-\overset{+}{N_2}\overset{-}{Cl}] \xrightarrow{H_2O} ROH + N_2 + HCl$$

(b) ایرومیٹک امین کم درجۂ حرارت (273-278 K) پر نائٹرس ایسڈ کے ساتھ تعامل کرکے ڈائی ایزونیم نمک بناتے ہیں۔ ڈائی ایزونیم نمک مرکبات کا ایک اہم زمرہ ہے جو کہ متعدد قسم کے ایرومیٹک مرکبات کی تالیف میں استعمال کیے جاتے ہیں۔ انھیں سیکشن 13.7 میں بیان کیا گیا ہے۔

$$C_6H_5-NH_2 \xrightarrow[273-278\,K]{NaNO_2 + 2HCl} C_6H_5-\overset{+}{N_2}\overset{-}{Cl} + NaCl + 2H_2O$$

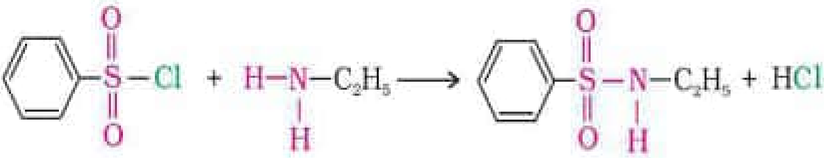
اینیلین — بینزین ڈائی ایزونیم کلورائڈ

سیکنڈری اور ٹرشری امین نائٹرس ایسڈ کے ساتھ مختلف انداز میں تعامل کرتے ہیں۔

6. ایرائل سلفونل کلورائڈ کے ساتھ تعامل (Reaction with arylsulphonyl chloride)

بینزین سلفونل کلورائڈ ($C_6H_5SO_2Cl$) جو کہ ہائنس برگ ریجنٹ کے طور پر بھی جانا جاتا ہے، پرائمری اور سیکنڈری امین سے تعامل کرکے سلفونمائڈ (Sulphonamides) بناتا ہے۔

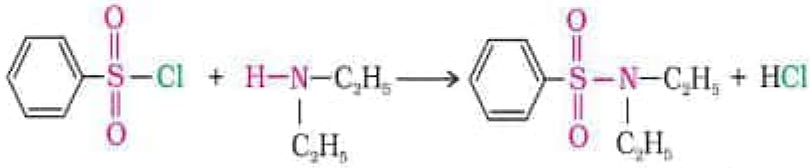
(a) پرائمری امین کے ساتھ بینزین سلفونل کلورائڈ تعامل کرکے N-ایتھائل بینزین سلفونل امائڈ بناتا ہے۔



N-ایتھائل بینزین سلفونمائڈ
(الکلی میں حل پذیر)

سلفونمائڈ (Sulphonamide) میں نائٹروجن سے منسلک ہائڈروجن قوی الیکٹران ووڈرانگ سلفونل گروپ کی موجودگی کی وجہ سے بہت زیادہ تیزابی ہوتی ہے۔ اسی لیے یہ القلی میں حل پذیر ہے۔

(b) سیکنڈری امین کے ساتھ تعامل کے نتیجے میں N،N-ڈائی ایتھائل بینزین سلفونمائڈ بنتا ہے۔



N،N-ڈائی ایتھائل بینزین سلفونیمائڈ

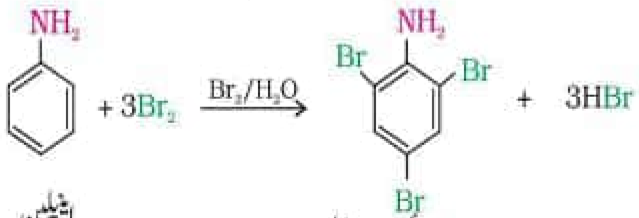
کیونکہ N،N-ڈائی ایتھائل بینزین سلفونیمائڈ میں نائٹروجن ایٹم سے کوئی بھی ہائڈروجن ایٹم منسلک نہیں ہوتا، اسی لیے یہ تیزابی نہیں ہے اور القلی میں غیر حل پذیر ہے۔

(c) ٹرشری امین، بینزین سلفونل کلورائڈ کے ساتھ تعامل نہیں کرتے۔ بینزین سلفونل کلورائڈ کے ساتھ امین کے مختلف انداز میں تعامل کرنے کی خصوصیت کا استعمال پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری امین میں فرق کرنے کے لیے کیا جاتا ہے اور امین کے آمیزہ کی علاحدگی میں بھی اس خصوصیت کا استعمال کیا جاتا ہے۔ حالانکہ آج کل بینزین سلفونل کلورائڈ کی جگہ p-ٹولوئین سلفونل کلورائڈ کا استعمال کیا جاتا ہے۔

7. الیکٹروفلک بدل (Electrophilic substitution)

آپ پہلے ہی پڑھ چکے ہیں کہ اینیلین پانچ ساختوں کی گمگ مخلوط ہے۔ ان ساختوں میں آپ سب سے زیادہ الیکٹران کثافت کہاں پائیں گے؟ $-NH_2$ گروپ کے آرتھو اور پیرا مقامات بہت زیادہ الیکٹران کثافت کے مرکز بن جاتے ہیں۔ اس طرح $-NH_2$ گروپ آرتھو اور پیرا ڈائریکٹنگ ہے اور طاقتور ایکٹیویٹنگ گروپ ہے۔

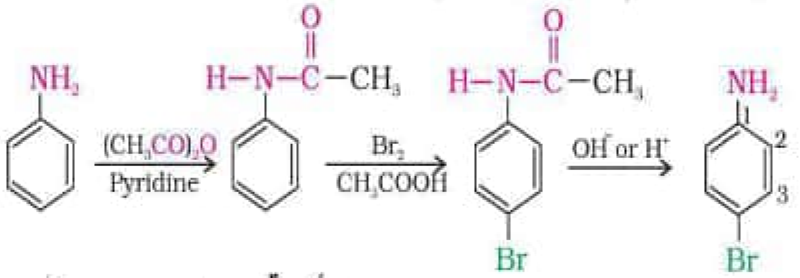
(a) برومینیشن (Bromination) : اینیلین کمرہ کے درجۂ حرارت پر برومین واٹر سے تعامل کر کے 2،4،6-ٹرائی بروموانیلین کا سفید رسوب بناتی ہے۔



اینیلین

2،4،6-ٹرائی بروموانیلین

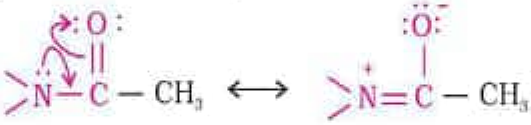
ایرومیٹک امین کے الیکٹروفلک تعامل کے دوران سب سے اہم مسئلہ یہ ہے کہ ان کی تعاملیت بہت زیادہ ہے۔ بدل آرتھو اور پیرا مقامات پر واقع ہونے کا رجحان رکھتا ہے۔ اگر ہم مونو بدل اینیلین مشتق تیار کرنا چاہتے ہیں تو $-NH_2$ گروپ کے ایکٹیویٹنگ اثر پر کس طرح قابو پایا جاسکتا ہے۔ ایسیٹک ایسڈ کے ساتھ ایسائلیشن کے ذریعہ $-NH_2$ گروپ کو بچا کر اور پھر بدل امائڈ کی بدل امین میں آب پاشیدگی کے ذریعہ مطلوبہ بدل تعامل انجام دے کر ایسا کیا جاسکتا ہے۔



اینیلین　　N-فینائل ایتھین امائڈ (ایسیٹینلائڈ)　　اکبر　　4-بروموانیلین

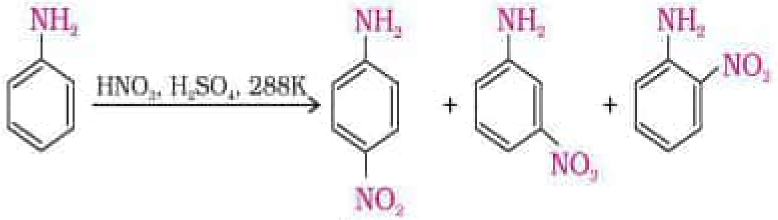
2019-20

ایسیٹینیلائڈ (Acetanilide) کی نائٹروجن پر الیکٹرانوں کا لون پیئر (Lone pair) گمک کی وجہ سے آکسیجن ایٹم کے ساتھ باہمی عمل کرتا ہے جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے:



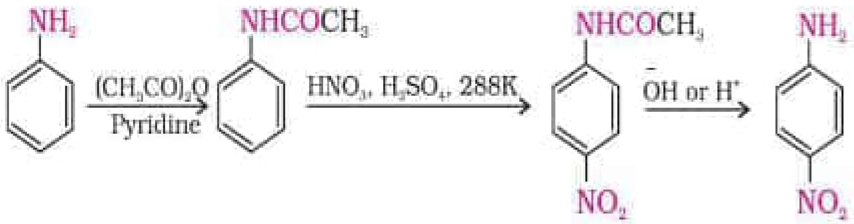
اس طرح نائٹروجن پر الیکٹرانوں کا لون پیئر گمک کے ذریعہ بینزین رنگ پر عطیہ کے لیے کم دستیاب رہتا ہے۔ اسی لیے $-NHCOCH_3$ کا ایکٹیویٹنگ اثر امینو گروپ کے مقابلے کم ہے۔

(b) نائٹریشن (Nitration): اینیلین کے براہ راست نائٹریشن سے نائٹرو مشتقوں کے علاوہ ٹیری تکسیدی ماحصلات (Tarry oxidation product) بنتے ہیں۔ علاوہ ازیں شدید تیزابی میڈیم میں اینیلین کے پروٹونیشن سے اینیلینیم آین بنتا ہے جو کہ میٹا ڈائریکٹنگ ہے۔ اسی لیے آرتھو اور پیرا مشتقوں کے علاوہ میٹا مشتقوں کی بھی قابل لحاظ مقدار حاصل ہوتی ہے۔



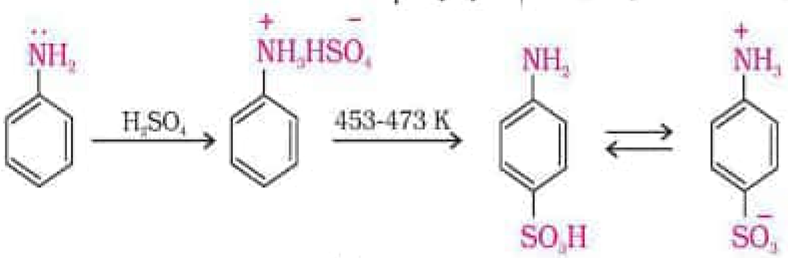
(51%) (47%) (2%)

تاہم ایسیٹک این ہائڈرائڈ کے ساتھ $-NH_2$ گروپ کے ایسائلیشن کو محفوظ کرکے نائٹریشن تعامل کو کنٹرول کیا جاسکتا ہے اور p- نائٹرو مشتقوں کو اہم ماحصل کے طور پر حاصل کیا جاسکتا ہے۔



ایسیٹینیلائڈ — p-نائٹرو ایسیٹینیلائڈ — p-نائٹرو اینیلین

(c) سلفونیشن (Sulphonation): اینیلین مرتکز سلفیورک ایسڈ سے تعامل کرکے اینیلینیم ہائڈروجن سلفیٹ (Anilinium hydrogensulphate) بناتی ہے جسے 453–473 K پر سلفیورک ایسڈ کے ساتھ گرم کرنے پر پیرامینو بینزین سلفونک ایسڈ حاصل ہوتا ہے جسے عام طور سے سلفینلک ایسڈ (Sulphanilic acid) کے نام سے جانا جاتا ہے۔



اینیلیم ہائڈروجن سلفیٹ — سلفینلک ایسڈ — زویٹرآین

اینیلین فریڈل کرافٹ تعامل (الکائلیشن اور ایسیٹائلیشن) نہیں کرتا کیونکہ یہ ایلیومینیم کلورائڈ (لیوئس ایسڈ، جو کہ وسیط کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے) کے ساتھ نمک بنالیتا ہے۔ اس وجہ سے اینیلین کی نائٹروجن پر مثبت چارج آجاتا ہے اور اس طرح یہ مزید تعامل کے لیے ڈی ایکٹیویٹنگ گروپ کے طور پر کام کرتی ہے۔

متن پر مبنی سوالات

13.4 مندرجہ ذیل کو ان کی اساسی قوت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے۔

(i) $C_2H_5NH_2$، $C_6H_5NH_2$، NH_3، $C_6H_5CH_2NH_2$ اور $(C_2H_5)_2NH$

(ii) $C_2H_5NH_2$، $(C_2H_5)_2NH$، $(C_2H_5)_3N$، $C_6H_5NH_2$

(iii) CH_3NH_2، $(CH_3)_2NH$، $(CH_3)_3N$، $C_6H_5NH_2$، $C_6H_5CH_2NH_2$

13.5 مندرجہ ذیل تیزاب-اساس تعاملات کو مکمل کیجیے اور ما حصلات کے نام لکھیے۔

(i) $CH_3CH_2CH_2NH_2 + HCl \rightarrow$ (ii) $(C_2H_5)_3N + HCl \rightarrow$

13.6 سوڈیم کاربونیٹ محلول کی موجودگی میں میتھائل آیوڈائڈ کی وافر مقدار کے ساتھ اینیلین کے آخری الکائلیشن ما حصل کے تعاملات لکھیے۔

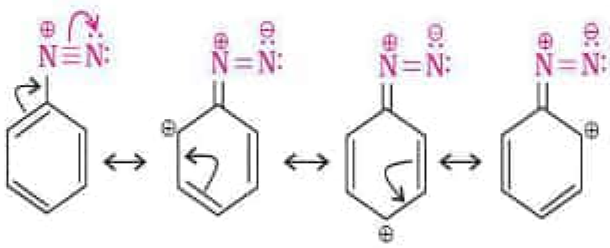
13.7 بینزوئل کلورائڈ کے ساتھ اینیلین کا کیمیائی تعامل لکھیے اور بننے والے ماحصل کا نام بھی لکھیے۔

13.8 C_3H_9N سالماتی فارمولہ کے نظیری مختلف آئسومر کی ساختیں لکھیے۔ ان آئسومر کے IUPAC نام لکھیے جو نائٹرس ایسڈ کے ساتھ تعامل کرکے نائٹروجن گیس خارج کرتے ہیں۔

II- ڈائی ایزونیم نمک (Diazonium Salts)

ڈائی ایزونیم نمکوں کا جنرل فارمولہ $R\overset{+}{N}_2\overset{-}{X}$ ہے جہاں R الکائل گروپ کے لیے ہے اور $\overset{-}{X}$ آین Cl^- Br^-، HSO_4^-، BF_4^- وغیرہ۔ ان کے نام پدری ہائڈروکاربن (جن سے انھیں بنایا جاتا ہے) کے نام کے بعد ڈائی ایزونیم لگا کر اور پھر این آین کا نام جیسے کلورائڈ، ہائڈروجن سلفیٹ وغیرہ لکھ کر رکھا جاتا ہے۔ $\overset{+}{N}_2$ گروپ ڈائی ایزونیم گروپ کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر $C_6H_5\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl}$ کا نام بینزین ڈائی ایزونیم کلورائڈ ہے اور $C_6H_5N_2^+HSO_4^-$ کا نام بینزین ڈائی ایزونیم ہائڈروجن سلفیٹ ہے۔

پرائمری ایلیفیٹک امین بہت زیادہ غیر مستحکم الکائل ڈائی ایزونیم نمک بناتے ہیں (سیکشن 13.6 ملاحظہ کیجیے) پرائمری ایرومیٹک امین ایرین ڈائی ایزونیم نمک بناتے ہیں جو کہ کم درجۂ حرارت (243-278 K) پر محلول میں مختصر وقفہ کے لیے مستحکم ہوتے ہیں۔ ایرین ڈائی ایزونیم آین کے استحکام کی تشریح گمک کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔



13.7 ڈائی ایزونیم نمکوں کو بنانے کا طریقہ (Method of Preparation of Diazonium Salts)

بینزین ڈائی ایزونیم کلورائڈ کو 273-278 K پر نائٹرس ایسڈ کے ساتھ اینیلین کے تعامل سے بنایا جاتا ہے۔ نائٹرس ایسڈ کو تعامل آمیزہ میں سوڈیم نائٹریٹ اور ہائڈروکلورک ایسڈ کے تعامل سے حاصل کیا جاتا ہے۔ پرائمری ایروجنک امین کی ڈائی ایزونیم نمکوں میں تبدیلی ڈائی ایزوٹائزیشن (Diazotisation) کہلاتی ہے۔ غیر مستحکم ہونے کی وجہ سے ڈائی ایزونیم نمک کو عام طور سے اسٹور نہیں کیا جاتا اور ان کے بننے کے بعد فوراً ان کا استعمال کر لیا جاتا ہے۔

$$C_6H_5NH_2 + NaNO_2 + 2HCl \xrightarrow{273-278K} C_6H_5\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + NaCl + 2H_2O$$

13.8 طبیعی خصوصیات (Physical Properties)

بینزین ڈائی ایزونیم کلورائڈ بے رنگ کرسٹلی ٹھوس ہے۔ یہ پانی میں بہت تیزی سے حل ہو جاتا ہے اور ٹھنڈے پانی میں مستحکم رہتا ہے، لیکن گرم پانی سے تعامل کرتا ہے، خشک حالت میں آسانی سے تحلیل ہو جاتا ہے۔ بینزین ڈائی ایزونیم فلوروبوریٹ پانی میں غیر حل پذیر ہے اور کمرہ کے درجۂ حرارت پر مستحکم ہے۔

13.9 کیمیائی تعاملات (Chemical Reactions)

ڈائی ایزونیم نمکوں کے تعاملات کو موٹے طور پر دو زمروں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔ [A] وہ تعاملات جن میں نائٹروجن ہٹاؤ شامل ہے اور [B] وہ تعاملات جن میں ڈائی ایزو گروپ (Diazo group) قائم رہتا ہے۔

A. نائٹروجن کے ہٹاؤ سے وابستہ تعاملات (Reactions involving displacement of nitrogen)

ڈائی ایزونیم گروپ ایک بہتر لیونگ گروپ (Leaving group) ہونے کی وجہ سے Cl^-، Br^-، I^-، CN^- اور OH^- جیسے دیگر گروپوں کے ذریعہ بدل دیا جاتا ہے یہ گروپ ایرومیٹک رنگ سے نائٹروجن کو ہٹا دیتے ہیں۔ نائٹروجن تعامل آمیزہ سے گیس کی شکل میں خارج ہو جاتی ہے۔

1۔ **ہیلائڈ اور سائنائڈ آین کے ذریعہ ہٹاؤ:** Cl^-، Br^- اور CN^- نیوکلیوفائل Cu(I) آین کی موجودگی میں آسانی کے ساتھ بینزین رنگ پر پہنچ جاتے ہیں۔ یہ تعامل سینڈمیئر تعامل (Sandmeyer reaction) کہلاتا ہے۔

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu_2Cl_2/HCl} ArCl + N_2$$
$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu_2Br_2/HBr} ArBr + N_2$$
$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{CuCN/KCN} ArCN + N_2$$

متبادل طور پر، کلورین اور برومین کو کاپر پاؤڈر کی موجودگی میں ڈائی ایزونیم نمک محلول کا نظیری ہیلوجن ایسڈ سے تعامل کرا کر بھی بینزین رنگ پر متعارف کرایا جا سکتا ہے۔ اس تعامل کو گیٹر مین تعامل (Gatterman reaction) کہتے ہیں۔

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu/HCl} ArCl + N_2 + CuX$$
$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu/HBr} ArBr + N_2 + CuX$$

سینڈمیئر تعامل کے ذریعہ ہونے والی پیداوار گیٹر مین تعامل کے مقابلے بہتر ہوتی ہے۔

2۔ **آیوڈائڈ آین کے ذریعہ ہٹاؤ (Replacement by iodide ion):** آیوڈین کو بآسانی بینزین رنگ سے متعارف نہیں کرایا جا سکتا ہے۔ لیکن جب ڈائی ایزونیم نمک محلول پوٹاشیم آیوڈائڈ سے تعامل کرتا ہے تو آیوڈوبینزین حاصل ہوتی ہے۔

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + KI \longrightarrow ArI + KCl + N_2$$

3۔ **فلورائڈ آین کے ذریعہ ھٹاؤ**(Replacement by fluoride ion): جب ایرین ڈائی ایزونیم کلورائڈ کا تعامل فلوروبورک ایسڈ کے ساتھ کرایا جاتا ہے تو ایرین ڈائی ایزونیم فلوروبوریٹ کا رسوب حاصل ہوتا ہے جو گرم کرنے پر تحلیل ہوجاتا ہے اور ایرائل فلورائڈ حاصل ہوتا ہے۔

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + HBF_4 \longrightarrow Ar-\overset{+}{N}_2\overset{-}{B}F_4 \xrightarrow{\Delta} Ar-F + BF_3 + N_2$$

4۔ **H کے ذریعہ ھٹاؤ**(Replacement by H): ہائپوفاسفورس ایسڈ (فاسفینک ایسڈ) یا ایتھنال جیسے معتدل قسم کے تحویلی ایجنٹ ڈائی ایزونیم نمکوں کی ایرین میں تحویل کر دیتے ہیں اور خود بالترتیب فاسفورس ایسڈ اور ایتھنل میں تکسید ہوجاتے ہیں۔

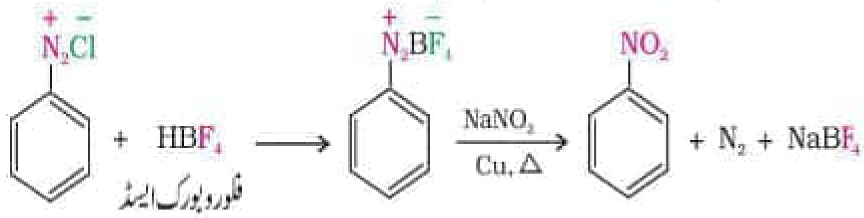
$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + H_3PO_2 + H_2O \longrightarrow ArH + N_2 + H_3PO_3 + HCl$$

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + CH_3CH_2OH \longrightarrow ArH + N_2 + CH_3CHO + HCl$$

5۔ **ھائڈراکسل گروپ کے ذریعہ ھٹاؤ** (Replacement by hydroxyl group): اگر ڈائی ایزونیم نمک محلول کے درجۂ حرارت کو 283 K تک بڑھا دیا جائے تو نمک آب پاشیدہ ہو کر فینال بناتا ہے۔

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + H_2O \longrightarrow ArOH + N_2 + HCl$$

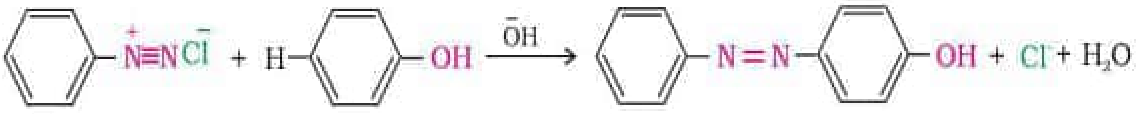
6۔ $-NO_2$ گروپ کے ذریعہ ہٹاؤ (Replacement by $-NO_2$ group): جب ڈائی ایزونیم فلوروبوریٹ کو کاپر کی موجودگی میں آبی سوڈیم نائٹریٹ محلول کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے تو ڈائی ایزونیم گروپ کو $-NO_2$ کے ذریعہ ہٹا دیا جاتا ہے۔



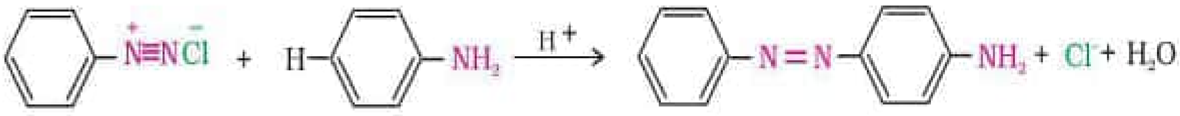
B. ایسے تعاملات جن میں ڈائی ایزو گروپ قایم رہتا ھے:

کپلنگ تعاملات (Coupling reactions)

ایزو ماحصلات ایسے توسیعی جفتہ نظام پر مشتمل ہوتے ہیں جس میں دونوں ایرومیٹک رنگ $-N = N-$ بانڈ کے ذریعہ جڑے رہتے ہیں۔ یہ مرکبات عام طور سے رنگین ہوتے ہیں اور بطور ڈائی (Dyes) استعمال کیے جاتے ہیں۔ بینزین ڈائی ایزونیم کلورائڈ جب فینال (جس میں فینال سالمہ اپنی پیراپوزیشن پر ڈائی ایزونیم نمک کے ساتھ جفتہ کی شکل میں ہوتا ہے) سے تعامل کرتا ہے تو پیرا ہائڈراکسی ایزوبینزین حاصل ہوتی ہے۔ اس قسم کا تعامل کپلنگ تعامل (Coupling reaction) کہلاتا ہے۔ اسی طرح انیلین کے ساتھ ڈائی ایزونیم نمک پیرا-امینوایزوبینزین بناتا ہے۔ یہ ایک الیکٹروفلک بدل تعامل کی مثال ہے۔



p-ہائڈراکسی ایزوبینزین (نارنجی رنگ)



p-امینوایزوبینزین (زرد رنگ)

13.10 ایرومیٹک مرکبات کی تالیف میں ڈائی ایزونیم نمکوں کی اہمیت (Importance of Diazonium Salts in Synthesis of Aromatic Compounds)

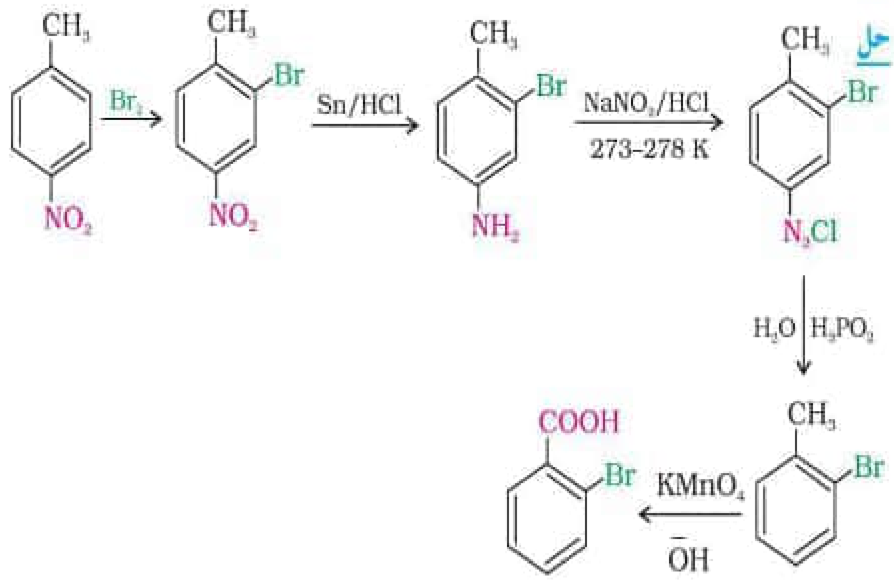
مذکورہ بالا تعاملات سے یہ بات واضح ہے کہ ڈائی ایزونیم نمک ایرومیٹک رِنگ پر –F، –Cl، –Br، –I، –CN، –OH، $-NO_2$ گروپوں کو متعارف کرانے کے لیے بہترین انٹرمیڈیئیٹ ہیں۔

ایرائل فلورائڈ اور آیوڈائڈ براہ راست ہیلوجینیشن کے ذریعہ تیار نہیں کیے جاسکتے۔ سائنوگروپ کو کلوروبینزین میں کلورین کے نیوکلیوفلک بدل کے ذریعہ متعارف نہیں کیا جاسکتا لیکن ڈائی ایزونیم نمک سے سائنوبینزین (Cyanobenzene) کو بآسانی حاصل کیا جاسکتا ہے۔

اس طرح دیگر گروپوں کے ذریعہ ڈائی ایزوگروپ کا بدل ایسے بدل شدہ ایرومیٹک مرکبات کو تیار کرنے میں مددگار ہوتا ہے جنھیں بینزین میں براہ راست بدل یا بدل شدہ بینزین کے ذریعہ نہیں بنایا جاسکتا۔

مثال 13.5 آپ 4-نائٹروٹولوئین کو 2-برومو بینزوئک ایسڈ میں کس طرح تبدیل کریں گے؟

حل



متن پر مبنی سوالات

13.9 مندرجہ ذیل کو تبدیل کیجیے۔

(i) 3-میتھائل اینیلین کو 3-نائٹروٹولوئین میں

(ii) اینیلین کو 1،3،5-ٹرائی بروموبینزین میں

خلاصہ

امین، امونیا کے مشتق تصور کیے جاتے ہیں جنھیں ہائڈروجن ایٹموں کو الکائل یا ایرائل گروپوں سے بدل کر حاصل کیا جاتا ہے۔ امونیا کے ایک ہائڈروجن ایٹم کو بدلنے سے $R\text{-}NH_2$ قسم کی ساخت حاصل ہوتی ہے جسے **پرائمری امین** کہتے ہیں۔ **سیکنڈری امین** کی ساخت R_2NH یا $R\text{-}NHR'$ قسم کی ہوتی ہے اور ٹرشری امین کی ساخت R_3N، $RNR'R''$ یا R_2NR' قسم کی ہوتی ہے۔ سیکنڈری اور ٹرشری امین سادہ امین کہلاتے ہیں اگر الکائل اور ایرائل گروپ یکساں ہیں۔ اگر گروپ غیر یکساں ہیں تو امین مخلوط (Mixed) کہلاتے ہیں۔ امونیا کی طرح تینوں قسم کے امین میں نائٹروجن ایٹم پر ایک بغیر ساجھے کا الیکٹران جوڑا ہوتا ہے جس کی وجہ سے یہ **لیوس اساس** کے جیسا طرز عمل ظاہر کرتے ہیں۔

امین عام طور سے نائٹرو مرکبات، ہیلائڈ، ایمائڈ، اِمائڈ (IMdes) وغیرہ سے بنتے ہیں۔ یہ ہائڈروجن بندش کو ظاہر کرتے ہیں جس سے ان کی طبیعی خصوصیات متاثر ہوتی ہیں۔ **الکائل امین** میں الیکٹران ریلیزنگ، اسٹیرک اور ہائڈروجن بندش عوامل کا مجموعی اثر پروٹک قطبی محلول میں بدل شدہ امونیم کیٹ آین کے استحکام کو متاثر کرتا ہے جس کی وجہ سے امین کی اساسی نوعیت متاثر ہوتی ہے۔ الکائل امین، امونیا کے مقابلے قوی اساس ہوتے ہیں۔ **ایرومیٹک امین** میں الیکٹران ریلیزنگ اور وڈرائنگ گروپ بالترتیب ان کی اساسی خصوصیت کو اور زیادہ کم کر دیتے ہیں۔ **اینیلین**، امونیا کے مقابلے کمزور اساس ہے۔ امین کے تعاملات نائٹروجن پر بغیر ساجھے کے الیکٹران جوڑوں کی دستیابی پر منحصر ہوتے ہیں۔ تعاملات کی قسم پر، نائٹروجن ایٹم پر ہائڈروجن ایٹموں کی تعداد کا اثر اور ماحصلات کی نوعیت پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری امین کی شناخت اور ان کے درمیان فرق کرنے کے لیے ذمہ دار ہے۔ p-ٹولوئین سلفونل کلورائڈ کا استعمال پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری امین کی شناخت میں کیا جاتا ہے۔ ایرومیٹک رنگ ایرومیٹک امین کی تعاملیت میں اضافہ کر دیتا ہے۔ ایرومیٹک امین کی تعاملیت کو **ایسائیلیشن عمل** (Acylation process) کے ذریعہ کنٹرول کیا جاسکتا ہے۔ یعنی ایسیائل کلورائڈ یا ایسیٹک این ہائڈرائڈ سے تعامل کے ذریعہ۔ **ٹرائی میتھائل امین** جیسے ٹرشری امین کا استعمال حشرات کو متوجہ کرنے والے مادے کے طور پر کیا جاتا ہے۔

ایرائل ڈائی ایزونیم نمک جنھیں عام طور سے ایرائل امین سے حاصل کیا جاتا ہے، ڈائی ایزونیم گروپ کو متعدد قسم کے نیوکلیوفائل سے بدل دیتے ہیں اور ڈائی ایزوگروپ کی تحویلی علاحدگی کے ذریعہ ایرائل ہیلائڈ، سائنائڈ، فینال اور ایرینس کو تیار کرنے کے مفید طریقے فراہم کرتے ہیں۔ فینال یا ایرائل امین کے ساتھ ایرائل ڈائی ایزونیم نمکوں کے تعاملات ایزوڈائی (Azodyes) کی تشکیل کرتے ہیں۔

مشق

13.1 مندرجہ ذیل مرکبات کے IUPAC کے نام لکھیے اور ان کی درجہ بندی پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری امین کے تحت کیجیے۔

(i) $(CH_3)_2CHNH_2$ (ii) $CH_3(CH_2)_2NH_2$ (iii) $CH_3NHCH(CH_3)_2$

(iv) $(CH_3)_3CNH_2$ (v) $C_6H_5NHCH_3$ (vi) $(CH_3CH_2)_2NCH_3$

(vii) $m\text{-}BrC_6H_4NH_2$

13.2 مرکبات کے مندرجہ ذیل جوڑوں کے درمیان فرق کرنے کے لیے کیمیائی ٹیسٹ لکھیے۔

(i) میتھائل امین اور ڈائی میتھائل امین (Methylamine and dimethylamine)

(ii) سیکنڈری اور ٹرشری امین (Secondary and tertiary amines)

(iii) ایتھائل امین اور اینیلین (Ethylamine and aniline)

(iv) اینیلین اور بینزائل امین (Aniline and benzylamine)

(v) اینیلین اور N-میتھائل اینیلین

13.3 مندرجہ ذیل کی وجہ بتائیے:

(i) اینیلین کی pK_b قدر میتھائل امین کے مقابلے زیادہ ہے۔

(ii) ایتھائل امین پانی میں حل پذیر ہے جبکہ اینیلین غیر حل پذیر ہے۔

(iii) میتھائل امین پانی میں فیرک کلورائڈ کے ساتھ تعامل کر کے آبی فیرک آکسائڈ کا رسوب بناتا ہے۔

(iv) حالانکہ امینو گروپ ایروینک الیکٹروفلک بدل تعاملات میں آرتھو اور پیرا ڈائریکٹنگ ہیں لیکن اینیلین نائٹریشن کے نتیجے میں اینیلین کی Substantial مقدار بناتی ہے۔

(v) اینیلین فریڈل کرافٹس تعامل نہیں کرتی۔

(vi) ایرومیٹک امین کے ڈائی ایزونیم نمک ایلیفیٹک امین کے مقابلے زیادہ مستحکم ہیں۔

(vii) پرائمری امین کی تالیف کے لیے گیبریل پی ایچ تھیلیمائڈ تالیف (Gabriel phthalamide synthesis) کو کیوں ترجیح دی جاتی ہے؟

13.4 مندرجہ ذیل کو مرتب کیجیے:

(i) pK_b قدروں کی گھٹتی ہوئی ترتیب میں

$C_2H_5NH_2$، $C_6H_5NHCH_3$، $(C_2H_5)_2NH$ اور $C_6H_5NH_2$

(ii) اساسی قوت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں

$C_6H_5NH_2$، $C_6H_5N(CH_3)_2$، $(C_2H_5)_2NH$ اور CH_3NH_2

(iii) اساسی قوت کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں

(a) اینیلین، p-نائٹرو اینیلین اور p-ٹولوئڈین

(b) $C_6H_5NH_2$، $C_6H_5NHCH_3$، $C_6H_5CH_2NH_2$

(iv) گیسی حالت میں اساسی قوت کی گھٹتی ہوئی ترتیب میں

$C_2H_5NH_2$، $(C_2H_5)_2NH$، $(C_2H_5)_3N$ اور NH_3

(v) نقطہ جوش کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں

C_2H_5OH، $(CH_3)_2NH$، $C_2H_5NH_2$

(vi) پانی میں حل پذیری کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں

$C_6H_5NH_2$، $(C_2H_5)_2NH$، $C_2H_5NH_2$

13.5 آپ مندرجہ ذیل کو کس طرح تبدیل کریں گے:

(i) ایتھانوئک ایسڈ کو میتھین امین میں

(ii) ہیکسین نائٹرائل کو 1-امینوپینٹین میں

(iii) میتھانال کو ایتھانوئک ایسڈ میں

(iv) ایتھین امین کو میتھین امین میں

(v) ایتھنائک ایسڈ کو پروپینائک ایسڈ میں

(vi) میتھین امین کو ایتھین امین میں

(vii) نائٹرو میتھین کو ڈائی میتھائل امین میں

(viii) پروپینائک ایسڈ کو ایتھنائک ایسڈ میں

13.6 پرائمری، سیکنڈری اور ٹرشری امین کی شناخت کا طریقہ بیان کیجیے۔ ملوث تعاملات کی کیمیائی مساوات بھی لکھیے۔

13.7 مندرجہ ذیل پر مختصر نوٹ لکھیے:

(i) کاربل امین تعامل (Carbylamine reaction)

(ii) ڈائی ایزوٹائزیشن (Diazotisation)

(iii) ہاف مین کا برومیمائڈ تعامل (Hoffmann's bromamide reaction)

(iv) کپلنگ تعامل (Coupling reaction)

(v) امونولسس (Ammonolysis)

(vi) ایسیٹائلیشن (Acetylation)

(vii) گیبریل پی اچ تھیلیمائڈ تالیف (Gabriel phthalimide synthesis)

13.8 مندرجہ ذیل تبدیلیاں انجام دیجیے:

(i) نائٹروبینزین کی بینزوئک ایسڈ میں

(ii) بینزین کی m-بروموفینال میں

(iii) بینزوئک ایسڈ کی اینیلین میں

(iv) اینیلین کی 2،4،6-ٹرائی بروموفلوروبینزین میں

(v) بینزائل کلورائڈ کی 2-فینائل ایتھین امین میں

(vi) کلوروبینزین کی p-کلورواینیلین میں

(vii) اینیلین کی p-بروموانیلین میں

(viii) بینزامائڈ کی ٹولوئین میں

(ix) اینیلین کی بینزائل الکحل میں

13.9 مندرجہ ذیل تعاملات میں A، B اور C کی ساختیں لکھیے:

(i) $CH_3CH_2I \xrightarrow{NaCN} A \xrightarrow[\text{Partial hydrolysis}]{OH^-} B \xrightarrow{NaOH+Br_2} C$

(ii) $C_6H_5N_2Cl \xrightarrow{CuCN} A \xrightarrow{H_2O/H^+} B \xrightarrow[\Delta]{NH_3} C$

(iii) $CH_3CH_2Br \xrightarrow{KCN} A \xrightarrow{LiAlH_4} B \xrightarrow[0°C]{HNO_2} C$

(iv) $C_6H_5NO_2 \xrightarrow{Fe/HCl} A \xrightarrow[273\,K]{NaNO_2+HCl} B \xrightarrow[\Delta]{H_2O/H^+} C$

(v) $CH_3COOH \xrightarrow[\Delta]{NH_3} A \xrightarrow{NaOBr} B \xrightarrow{NaNO_2/HCl} C$

$C_6H_5NO_2 \xrightarrow{Fe/HCl} A \xrightarrow[273K]{HNO_2} B \xrightarrow{C_6H_5OH} C$ (vi)

13.10 ایک ایرومیٹک مرکب A آبی امونیا سے تعامل کر کے اور گرم کرنے پر مرکب B بناتا ہے جو کہ Br_2 اور KOH سے تعامل کر کے مرکب C بناتا ہے جس کا سالماتی فارمولہ C_6H_7N ہے۔ مرکب A، B اور C کی ساختیں اور IUPAC نام لکھیے۔

13.11 مندرجہ ذیل تعاملات کو مکمل کیجیے:

(i) $C_6H_5NH_2 + CHCl_3 + alc.KOH \rightarrow$

(ii) $C_6H_5N_2Cl + H_3PO_2 + H_2O \rightarrow$

(iii) $C_6H_5NH_2 + H_2SO_4\,(conc.) \rightarrow$

(iv) $C_6H_5N_2Cl + C_2H_5OH \rightarrow$

(v) $C_6H_5NH_2 + Br_2\,(aq) \rightarrow$

(vi) $C_6H_5NH_2 + (CH_3CO)_2\,O \rightarrow$

(vii) $C_6H_5N_2Cl \xrightarrow[(ii)NaNO_2/Cu,\Delta]{(i)HBF_4}$

13.12 ایرومیٹک پرائمری امین کو گیبریل پی ایچ تھیلیمائڈ تالیف کے ذریعہ تیار کیوں نہیں کیا جا سکتا؟

13.13 نائٹرس ایسڈ کے ساتھ (i) ایرومیٹک اور (ii) ایلیفیٹک پرائمری امین کے تعاملات لکھیے۔

13.14 مندرجہ ذیل ہر ایک کی تشریح کیجیے:

(i) امین قابل موازنہ سالماتی کمیت والے الکوحل کے مقابلے کم تیزابی کیوں ہیں؟

(ii) پرائمری امین کے نقطۂ جوش ٹرشری امین کے مقابلے زیادہ کیوں ہیں؟

(iii) ایلیفیٹک امین، ایرومیٹک امین کے مقابلے قوی اساس کیوں ہیں؟

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات

13.4 (i) $C_6H_5NH_2 < NH_3 < C_6H_5CH_2NH_2 < C_2H_5NH_2 < (C_2H_5)_2NH$

(ii) $C_6H_5NH_2 < C_2H_5NH_2. < (C_2H_5)_3N < (C_2H_5)_2NH$

(iii) $C_6H_5NH_2 < C_6H_5CH_2NH_2 < (CH_3)_3N < CH_3NH_2 < (CH_3)_2NH$

اکائی 14

حیاتیاتی سالمات (Biomolecules)

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- کاربوہائڈریٹ، پروٹین، نیوکلیک ایسڈ اور ہارمون جیسے حیاتیاتی سالمات کی خصوصیات کی وضاحت کر سکیں؛
- کاربوہائڈریٹ، پروٹین، نیوکلیک ایسڈ اور وٹامنوں کی درجہ بندی ان کی ساختوں کی بنیاد پر کر سکیں؛
- DNA اور RNA کے درمیان فرق کی وضاحت کر سکیں؛
- حیاتیاتی نظام میں حیاتیاتی سالمات کا کردار بیان کر سکیں۔

"یہ جسم میں کیمیائی تعاملات کا باقاعدہ اور منظم سلسلہ ہے جو زندگی کو تحریک دیتا ہے"۔

حیاتیاتی نظام نمو کرتا ہے، بقا کرتا ہے اور خود اپنی تولید کرتا ہے۔ حیاتیاتی نظام کے معاملہ میں سب سے تعجب خیز بات یہ ہے کہ یہ غیر حیاتیاتی ایٹموں اور سالمات پر مشتمل ہے۔ حیاتیاتی نظام میں کیمیائی اعتبار سے کون کون سے واقعات رونما ہو رہے ہیں، اس کا مطالعہ حیاتیاتی کیمیا (Biochemistry) کے تحت کیا جاتا ہے۔ حیاتیاتی نظام کاربوہائڈریٹ، پروٹین، نیوکلیک ایسڈ، لپڈس وغیرہ جیسے متعدد پیچیدہ حیاتیاتی سالمات پر مشتمل ہوتے ہیں۔ پروٹین اور کاربوہائڈریٹ ہماری غذا کے لازمی اجزا ہیں۔ یہ حیاتیاتی سالمات ایک دوسرے کے ساتھ باہمی عمل کرتے ہیں اور افعال زندگی کی سالماتی بنیاد تشکیل دیتے ہیں۔ علاوہ ازیں وٹامن اور معدنی نمک جیسے کچھ سادہ سالمات بھی عضویوں کے افعال میں اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ ان میں سے کچھ حیاتیاتی سالمات کی ساخت اور افعال پر اس اکائی میں بحث کی گئی ہے۔

14.1 کاربوہائڈریٹ (Carbohydrates)

کاربوہائڈریٹ بنیادی طور پر پودوں کے ذریعہ تیار کیے جاتے ہیں اور قدرتی طور پر پائے جانے والے نامیاتی مرکبات کے ایک بہت بڑے گروپ کی تشکیل کرتے ہیں۔ گنے کی شکر، گلوکوز، اسٹارچ وغیرہ کاربوہائڈریٹ کی کچھ عام مثالیں ہیں۔ ان میں سے زیادہ تر کاربوہائڈریٹ جنرل فارمولہ $C_x(H_2O)_y$ ہے اور انھیں کاربن کے ہائڈریٹ تصور کیا جاتا تھا جہاں سے ان کا نام کاربوہائڈریٹ اخذ کیا گیا۔ مثال کے طور پر گلوکوز $(C_6H_{12}O_6)$ کا سالماتی فارمولہ اس جنرل فارمولے $C_6(H_2O)_6$ میں فٹ بیٹھتا ہے۔ لیکن وہ تمام مرکبات جن پر یہ جنرل فارمولہ صادق آتا ہے ان کی درجہ بندی کاربوہائڈریٹ کے تحت نہیں کی جا سکتی۔ ایسٹک ایسڈ (CH_3COOH) پر یہ جنرل فارمولہ $C_2(H_2O)_2$ صادق آتا ہے لیکن یہ کاربوہائڈریٹ نہیں ہے۔ اسی طرح ریمناز (Rhamnose)

$C_6H_{12}O_5$ کاربوہائڈریٹ ہے مگر اس پر جنرل فارمولہ صادق نہیں آتا۔ ان کے تعاملات کی ایک بہت بڑی تعداد اس بات کو ظاہر کرتی ہے کہ یہ مخصوص تفاعلی گروپوں (Functional groups) پر مشتمل ہوتے ہیں۔ کیمیائی اعتبار سے کاربوہائڈریٹ کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ یہ بصری اعتبار سے سرگرم (Optically active) پالی ہائڈراکسی الڈیہائڈ یا کیٹون ہیں یا ایسے مرکبات ہیں جو برق پاشیدگی کے نتیجے میں اس قسم کی اکائیاں پیدا کرتے ہیں۔ کچھ ایسے کاربوہائڈریٹ جن کا ذائقہ میٹھا ہوتا ہے شکر (Sugar) کہلاتے ہیں۔ ہمارے گھروں میں استعمال ہونے والی عام چینی سکروز (Sucrose) کہلاتی ہے جبکہ دودھ میں موجود شکر لیکٹوز (Lactose) کہلاتی ہے۔

کاربوہائڈریٹ سیکرائڈ (Saccharides) بھی کہلاتے ہیں (یونانی میں *Sakcharon* کا مطلب ہے شکر)۔

14.1.1 کاربوہائڈریٹ کی درجہ بندی (Classification of Carbohydrates)

کاربوہائڈریٹ کی درجہ بندی آب پاشیدگی پر ان کے طرزِ عمل کی بنیاد پر کی جاتی ہے۔ انہیں مندرجہ ذیل تین گروپوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے:

(i) **مونوسیکرائڈ** (Monosaccharides): وہ کاربوہائڈریٹ جن سے پالی ہائڈراکسی الڈیہائڈ یا کیٹون کی سادہ اکائی حاصل کرنے کے لیے مزید آب پاشیدگی نہیں کی جاسکتی، مونوسیکرائڈ کہلاتے ہیں۔ قدرتی ماحول میں پائے جانے والے تقریباً 20 مونوسیکرائڈ کی جانکاری موجود ہے۔ گلوکوز، فرکٹوز، رائبوز وغیرہ ان کی کچھ عام مثالیں ہیں۔

(ii) **اولیگو سیکرائڈ** (Oligosaccharides): ایسے کاربوہائڈریٹ جو آب پاشیدگی کے نتیجے میں دو سے دس تک مونوسیکرائڈ اکائیاں بناتے ہیں اولیگوسیکرائڈ (Oligosaccharides) کہلاتے ہیں۔ ان کی مزید درجہ بندی ڈائی سیکرائڈ، ٹرائی سیکرائڈ، ٹیٹرا سیکرائڈ وغیرہ میں کی جاسکتی ہے جس کا انحصار اس بات پر ہے کہ یہ آب پاشیدگی کے نتیجے میں کتنے مونوسیکرائڈ فراہم کرتے ہیں۔ ان میں ڈائی سیکرائڈ سب سے زیادہ عام ہیں۔ ڈائی سیکرائڈ کی آب پاشیدگی کے نتیجے میں حاصل ہونے والی دو مونوسیکرائڈ اکائیاں یکساں بھی ہوسکتی ہیں اور مختلف بھی۔ مثال کے طور پر سکروز کے ایک سالمہ کی آب پاشیدگی کے نتیجے میں گلوکوز اور فرکٹوز کا ایک ایک سالمہ حاصل ہوتا ہے جبکہ مالٹوز (Maltose) کی آب پاشیدگی سے صرف گلوکوز کے دو سالمات حاصل ہوتے ہیں۔

(iii) **پالی سیکرائڈ** (Polysaccharides): وہ کاربوہائڈریٹ جو آب پاشیدگی کے نتیجے میں متعدد مونوسیکرائڈ اکائیاں فراہم کرتے ہیں، پالی سیکرائڈ کہلاتے ہیں۔ سیلیولوز، گلائی کوجن، اسٹارچ، گوند وغیرہ اس کی عام مثالیں ہیں۔ پالی سیکرائڈ کا ذائقہ میٹھا نہیں ہوتا اسی لیے انہیں نان شکر (non-sugars) کہا جاتا ہے۔

کاربوہائڈریٹ کی درجہ بندی تحویلی شکر یا غیر تحویلی شکر کے طور پر بھی کی جاسکتی ہے۔ وہ تمام کاربوہائڈریٹ جو فیہلنگ محلول اور ٹالنس ریجنٹ کی تحویل کرتے ہیں تحویلی شکر کہلاتے ہیں۔ سبھی مونوسیکرائڈ چاہے وہ ایلڈوز ہوں یا کیٹوز، تحویلی شکر ہیں۔

14.1.2 مونوسیکرائڈ (Monosaccharides)

مونوسیکرائڈ کی مزید درجہ بندی ان میں موجود کاربن ایٹموں کی تعداد اور فنکشنل گروپ کی بنیاد پر کی جاتی ہے۔ اگر مونوسیکرائڈ الڈیہائڈ گروپ پر مشتمل ہے تو یہ ایلڈوز (Aldose) کہلاتا ہے اور اگر اس میں کیٹو (Keto) گروپ موجود ہے تو یہ کیٹوز (Ketose) کہلاتا ہے۔ مونوسیکرائڈ میں موجود کاربن ایٹموں کی تعداد کو بھی ان کے نام میں شامل کیا جاتا ہے جیسا کہ جدول 14.1 میں دیا گیا ہے۔

جدول 14.1 مختلف قسم کے مونوسیکرائڈ

کاربن ایٹم	عام اصطلاح	الڈیہائڈ	کیٹون
3	ٹرایوز	ایلڈوٹرایوز	کیٹوٹرایوز
4	ٹیٹروز	ایلڈوٹیٹروز	کیٹوٹیٹروز
5	پینٹوز	ایلڈوپینٹوز	کیٹوپینٹوز
6	ہیکسوز	ایلڈوہیکسوز	کیٹوہیکسوز
7	ہیپٹوز	ایلڈوہیپٹوز	کیٹوہیپٹوز

14.1.2.1 گلوکوز (Glucose)

گلوکوز قدرتی ماحول میں آزاد اور متحد دونوں شکلوں میں پایا جاتا ہے۔ یہ میٹھے پھلوں اور شہد میں پایا جاتا ہے۔ پکے ہوئے انگوروں میں بھی گلوکوز بڑی مقدار میں پایا جاتا ہے۔ اسے مندرجہ ذیل طریقوں سے تیار کیا جاتا ہے۔

گلوکوز کی تیاری (Preparation of Glucose)

1۔ سکروز (گنّے کی شکر) سے: اگر الکحل محلول میں سکروز کو ڈائی لیوٹ HCl یا H_2SO_4 کے ساتھ ابالا جاتا ہے تو گلوکوز اور فرکٹوز مساوی مقدار میں حاصل ہوتے ہیں۔

$$\underset{\text{سکروز}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{H^+} \underset{\text{گلوکوز}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{فرکٹوز}}{C_6H_{12}O_6}$$

2۔ اسٹارچ سے: تجارتی پیمانے پر گلوکوز تیار کرنے کے لیے کم دباؤ اور 393 K پر اسٹارچ کو ڈائی لیوٹ H_2SO_4 کے ساتھ ابال کر اس کی آب پاشیدگی کی جاتی ہے۔

$$\underset{\text{اسٹارچ یا سیلیولوز}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow[393\,K;\ 2\text{-}3\ atm]{H^+} \underset{\text{گلوکوز}}{nC_6H_{12}O_6}$$

گلوکوز کی ساخت (Structure of Glucose)

گلوکوز ایلڈوہیکسوز (Aldohexose) ہے اور ڈیکسٹروز (Dextrose) کے نام سے بھی جانا جاتا ہے۔ یہ اسٹارچ سیلیولوز جیسے بہت سے نسبتاً بڑے کاربوہائڈریٹ کا مونومر (Monomer) ہے۔ یہ زمین پر سب سے زیادہ پایا جانے والا نامیاتی مرکب ہے۔ اسے مندرجہ ذیل ثبوتوں کی بنیاد پر ساخت تفویض کی گئی ہے۔

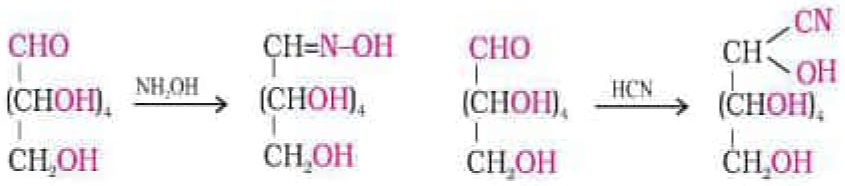
CHO
|
$(CHOH)_4$
|
CH_2OH
گلوکوز

1۔ اس کا سالماتی فارمولہ $C_6H_{12}O_6$ ہے۔

2۔ اسے HI کے ساتھ دیر تک گرم کرنے پر n-ہیکسین (n-Hexane) حاصل ہوتا ہے جس سے معلوم ہوتا ہے کہ سبھی چھ کاربن ایٹم ایک مستقیم زنجیر میں ایک دوسرے سے منسلک ہیں۔

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{HI,\ \Delta} \underset{(n\text{-Hexane})}{CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3}$$

3۔ گلوکوز، ہائڈراکسل امین سے تعامل کر کے آکزائم (Oxime) بناتا ہے اور ہائڈروجن سائنائڈ کے ایک سالمہ کی جمع سے سائنوہائڈرن (Cyanohydrin) بناتا ہے۔ یہ تعاملات گلوکوز میں کاربونل گروپ $(>C=O)$ کی موجودگی کو ثابت کرتے ہیں۔

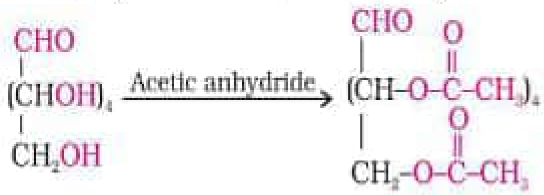


4۔ برومین واٹر جیسے معتدل تکسیدی ایجنٹ کے ساتھ تعامل کرنے پر گلوکوز کی چھ کاربن والے کاربوکسلک ایسڈ (گلوکونک ایسڈ) میں تکسید ہو جاتی ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ کاربونل گروپ، الڈیہائڈ گروپ کے طور پر موجود ہے۔



Gluconic acid

5۔ ایسیٹک این ہائڈرائڈ کے ساتھ گلوکوز کے ایسیٹائلیشن سے گلوکوز پینٹا ایسیٹیٹ حاصل ہوتا ہے جس سے پانچ OH– گروپوں کی موجودگی ثابت ہوتی ہے۔ کیونکہ یہ ایک مستحکم مرکب کے طور پر پایا جاتا ہے اس لیے پانچ OH– گروپ مختلف کاربن ایٹموں سے منسلک ہونے چاہئیں۔

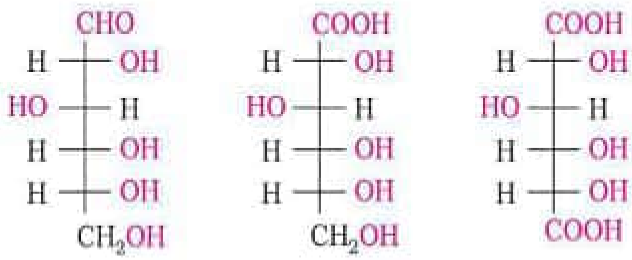


6۔ نائٹرک ایسڈ کے ساتھ گلوکوز اور گلوکونک ایسڈ دونوں کی تکسید کے نتیجے میں ڈائی کاربوکسلک ایسڈ (سیکرک ایسڈ) حاصل ہوتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ گلوکوز میں الکوحلی گروپ (OH–) موجود ہے۔



Saccharic acid — Gluconic acid

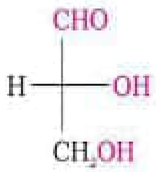
مختلف OH گروپوں کی قطعی مکانی ترتیب کو دوسری کئی خصوصیات کا مطالعہ کرنے کے بعد فشر (Fischer) کے ذریعہ پیش کیا گیا۔ اس کا تشکل بالکل صحیح طریقے سے I کی طرح ظاہر کیا گیا۔ اس طرح گلوکونک ایسڈ کو II کی طرح اور سیکرک ایسڈ کو III کی طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔



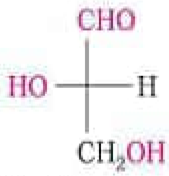
I — II — III

گلوکوز کا صحیح نام D(+)-گلوکوز ہے۔ گلوکوز کے نام سے پہلے 'D' تشکل کو ظاہر کرتی ہے جبکہ '(+)' سالمہ کی ڈیکسٹروروٹیٹری نوعیت [Dextrorotatory nature] کو ظاہر کرتا ہے۔ یاد رکھیے کہ 'D' اور 'L' کے مرکب کی بصری سرگرمی (Optical activity) سے کوئی تعلق نہیں ہے۔ ان کا کوئی تعلق 'd' اور 'l' سے بھی نہیں ہوتا ہے (دیکھیے یونٹ-10)۔ D- اور L- ترسیموں کے معنی ذیل میں دیے گئے ہیں۔

کسی بھی مرکب کے نام سے پہلے حروف 'D' اور 'L' کسی مرکب کے مخصوص اسٹیریو آئسومر کی نسبتی تشکل کو ظاہر کرتے ہیں جس کا تشکل کسی دوسرے مرکب کے تشکل کے حوالے سے ہو جسے ہم جانتے ہیں کاربوہائیڈریٹ کے معاملے میں۔ یہ گلسرلڈیہائڈ کے کسی مخصوص آئسومر کے ساتھ تعلق کو ظاہر کرتا ہے۔ گلسرلڈیہائڈ ایک غیر متشاکل کاربن ایٹم پر مشتمل ہوتا ہے اور دو انیٹیو میرک (Anantiomeric) شکلوں میں پایا جاتا ہے جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

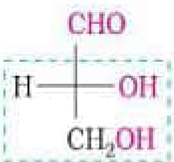


(+) – Glyceraldehyde

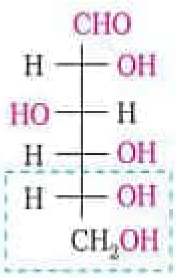


(–) – Glyceraldehyde

گلسرلڈیہائڈ کے (+) ہم ترکیب (آئسومر) کا تشکل D ہوتا ہے اس کا مطلب ہے کہ جب کاغذ پر ساختی ضابطہ لکھا جائے گا۔ درج ذیل مخصوص روایت کے مطابق جو آپ اعلیٰ جماعتوں میں پڑھیں گے، OH- گروپ ساخت کے دائیں سمت رہتا ہے۔ وہ سبھی مرکبات جو کیمیائی اعتبار سے گلسرلڈیہائڈ کے D(+) آئسومر سے متعلق ہیں انہیں D- تشکل والے کہا جاتا ہے۔ جبکہ گلسرلڈیہائڈ کے L (–) آئسومر سے تعلق رکھنے والے مرکبات L- تشکل والے مرکبات کہلاتے ہیں۔ L-(–) آئسومر میں OH- گروپ بائیں سمت میں ہوگا جیسا کہ آپ ساخت میں دیکھ رہے ہیں۔ مونوسکرائڈ کے تشکل کی تفویض کے لیے، جس کا موازنہ کیا جاتا ہے وہ کمترین غیر متشاکل کاربن ایٹم (جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے) ہوتا ہے۔ جیسا کہ (+) گلوکوز میں، OH دائیں طرف کمترین غیر متشاکل کاربن ایٹم پر ہے جس کا موازنہ D(+) گلسرلڈیہائڈ سے کیا جاتا ہے۔ اسی لیے (+) گلوکوز کو D- تشکل تفویض کیا گیا ہے۔ اس مقابلے کے لیے گلوکوز کے دیگر غیر متشکل کاربن ایٹموں کو اہمیت نہیں دی گئی ہے۔ اس موازنہ کے لیے گلوکوز اور گلسرلڈیہائڈ کی ساخت کو اس طرح لکھا جاتا ہے کہ سب سے زیادہ تکسیدی کاربن یہاں پر CHO- سب سے اوپر رہے۔



D– (+) – Glyceraldehyde



D–(+) – Glucose

گلوکوز کی سائیکلک ساخت (Cyclic Structure of Glucose)

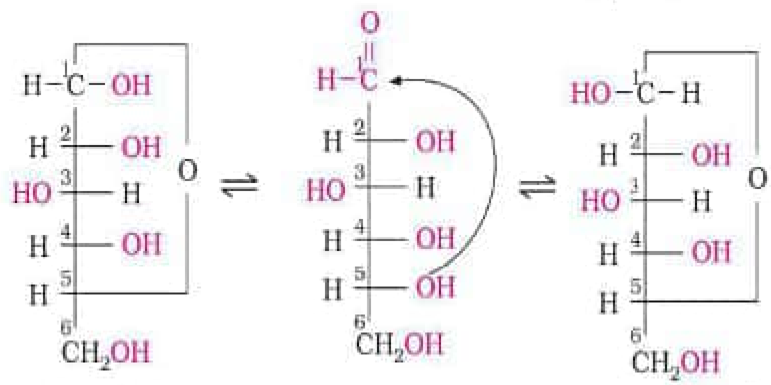
گلوکوز کی (I) ساخت اس کی زیادہ تر خصوصیات کو واضح کرتی ہے مگر اس ساخت کے ذریعہ مندرجہ ذیل تعاملات اور حقائق کی تشریح نہیں ہو پاتی۔

1۔ الڈیہائڈ گروپ پر مشتمل ہونے کے باوجود گلوکوز شف ٹیسٹ (Schiff's test) نہیں دیتا نیز یہ $NaHSO_3$ کے ساتھ ہائڈروجن سلفائٹ (جمع ماحصل) نہیں بناتا۔

2۔ گلوکوز کا پینٹا ایسیٹیٹ، ہائڈراکسل امین کے ساتھ تعامل نہیں کرتا اور آزاد CHO– گروپ کی عدم موجودگی کو ظاہر کرتا ہے۔

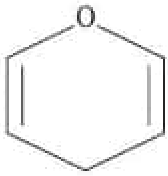
3۔ گلوکوز دو مختلف کرسٹلی شکلوں میں پایا جاتا ہے جن کے نام α اور β ہیں۔ گلوکوز کی شکل (نقطۂ گداخت 419 K) کو 303 K پر گلوکوز کے مرتکز محلول کی کرسٹل سازی کے ذریعہ حاصل کیا جاتا ہے جبکہ β شکل (نقطہ گداخت 423 K) کو 371 K پر گرم اور سیر شدہ آبی محلول کی کرسٹل سازی سے حاصل کیا جاتا ہے۔

اس طرز عمل کی تشریح گلوکوز کی کھلی زنجیری ساخت (I) کے ذریعہ نہیں کی جاسکتی۔ یہ تجویز کیا گیا کہ کوئی ایک OH– گروپ CHO– گروپ کے ساتھ جمع ہو جاتا ہے اور سائیکلو ہیمی ایسیٹل ساخت بناتا ہے۔ یہ پایا گیا کہ گلوکوز چھ ارکان والے رنگ پر مشتمل ہوتا ہے۔ جس میں C-5 پر OH– رنگ (Ring) کی تشکیل میں ملوث ہوتا ہے۔ یہ CHO– گروپ کی عدم موجودگی کی وضاحت کرتا ہے اور دو شکلوں میں گلوکوز کے وجود کو بھی ظاہر کرتا ہے۔ جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔ یہ دونوں سائیکلک شکلیں کھلی زنجیری ساخت کے ساتھ توازن میں رہتی ہیں۔

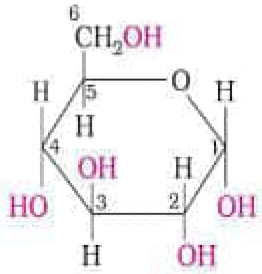


α – D – (+) – Glucose　　　β – D– (+) – Glucose

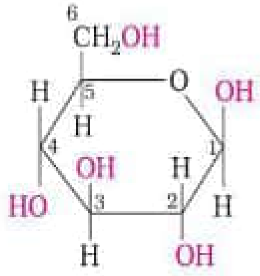
گلوکوز کی دو ہیمی ایسیٹل شکلیں C1 (جسے اینومیرک کاربن کہتے ہیں، یعنی سائیکلیزیشن سے پہلے الڈیہائڈ کاربن پر ہائڈراکسل گروپ کے تشکل کے معاملے میں ایک دوسرے سے مختلف ہوتی ہیں۔ اس قسم کے آئسومر یعنی α-شکل اور β-شکل اینومر **(Anomers)** کہلاتے ہیں۔ چھ ارکان پر مشتمل گلوکوز کی سائیکلک ساخت پائران (Pyran) سے مشابہت کی وجہ سے **پائرانوز ساخت** (Pyranose structure) (-α یا -β) کہلاتی ہے۔ پائران ایک سائیکلک نامیاتی مرکب ہے جس کے رنگ میں ایک آکسیجن ایٹم اور پانچ کاربن ایٹم ہوتے ہیں۔ گلوکوز کی سائیکلک ساخت کو زیادہ صحیح طریقے سے ہاورتھ (Haworth) ساخت کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے جیسا کہ ذیل میں دیا گیا ہے۔



Pyran



α-D-(+)- گلوکوپائرانوز

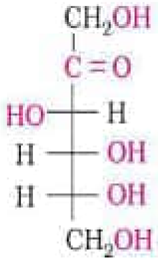


β-D-(+)- گلوکوپائرانوز

14.1.2.2 فرکٹوز (Fructose)

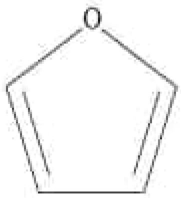
فرکٹوز ایک اہم کیٹوہیکسوز(Ketohexose) ہے۔ اسے ڈائی سیکرائڈ (سکروز) کی آب پاشیدگی کے دوران گلوکوز کے ہمراہ حاصل کیا جاتا ہے۔ فرکٹوز ایک قدرتی مونوسیکرائیڈ ہے جو پھلوں اور سبزیوں میں پایا جاتا ہے۔ اپنی خاص حالت میں اسے مٹھاس کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

فرکٹوز کی ساخت (Structure of Fructose)

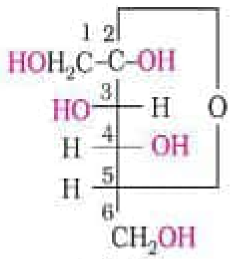


فرکٹوز کا سالماتی فارمولہ $C_6H_{12}O_6$ ہے۔ اس کے تعاملات کی بنیاد پر یہ پایا گیا کہ اس میں کاربن نمبر 2 پر کیٹونک تفاعلی گروپ موجود ہوتا ہے اور مستقیم زنجیر میں چھ کاربن ایٹم ہوتے ہیں جیسا کہ گلوکوز میں ہوتا ہے۔ یہ D- سلسلہ سے تعلق رکھتا ہے اور لیوو روٹیٹری (Laevorotatory) مرکب ہے۔ اسے صحیح طریقے سے D-(-)-فرکٹوز لکھا جاتا ہے۔ اس کی کھلی زنجیری ساخت کو یہاں دکھایا گیا ہے۔

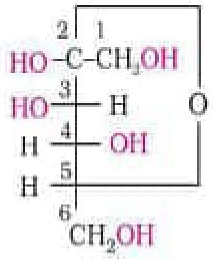
D-(-)- فرکٹوز بھی دو سائیکلک شکلوں میں پایا جاتا ہے جنھیں C5 پر OH- کو (>C=O) گروپ کے ساتھ جمع کر کے حاصل کیا جاتا ہے۔ اس طرح حاصل ہونے والا رِنگ پانچ ممبران پر مشتمل ہوتا ہے اور فیوران (Furan) مرکب سے مشابہت کی وجہ سے اس کا نام فیورانوز (Furanose) ہے۔ فیوران پانچ ارکان پر مشتمل سائیکلک مرکب ہے جس میں ایک آکسیجن اور چار کاربن ایٹم ہوتے ہیں۔



فیوران

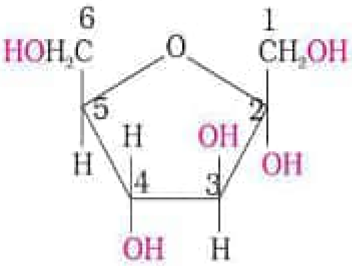


α-D-(-)-فرکٹوفیورانوز

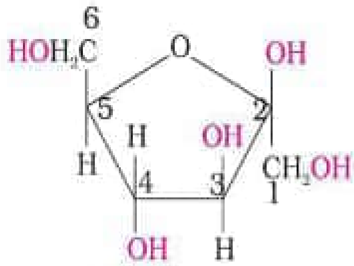


β-D-(-)-فرکٹوفیورانوز

فرکٹوز کے دوانیومرک سائیکلک ساختوں کو ہاورتھ ساختوں (Haworth structures) کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے جیسا کہ ذیل میں دیا گیا ہے۔



α-D-(-)-فرکٹوفیورانوز



β-D-(-)-فرکٹوفیورانوز

14.1.3 ڈائی سیکرائڈ (Disaccharides)

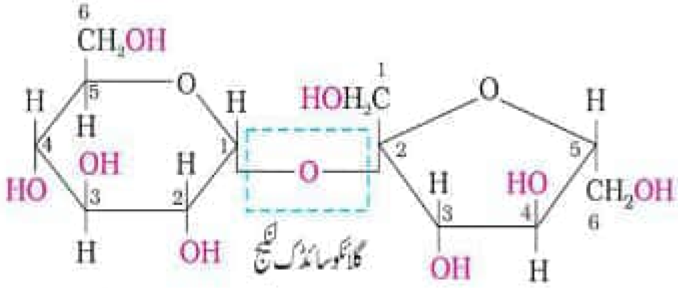
آپ پہلے ہی مطالعہ کر چکے ہیں کہ ڈائی لیوٹ ایسڈ یا انزائموں کے ساتھ ڈائی سیکرائڈ کی آب پاشیدگی سے مونوسیکرائڈ کے یکساں یا مختلف دو سالمات حاصل ہوتے ہیں۔ دو مونوسیکرائڈ ایک دوسرے کے ساتھ آکسائڈ بانڈ کے ذریعہ جڑے رہتے ہیں جو کہ پانی کے ایک سالمہ کے خارج ہونے سے بنتا ہے۔ آکسیجن ایٹم کے ذریعہ دو مونو سیکرائڈ اکائیوں کے درمیان اس قسم کا انسلاک گلائکو سائڈک انسلاک **(Glycosidic linkage)** کہلاتا ہے۔

ڈائی سیکرائڈ میں اگر مونوسیکرائڈ کے تحویلی گروپ یعنی الڈیہائڈ اور کیٹون گروپ شامل ہیں تو یہ غیر تحویلی شکر ہیں مثلاً سکروز۔ اس کے برعکس وہ شکر جن میں یہ تفاعلی گروپ آزاد ہیں تحویلی شکر ہیں مثال کے طور پر مالٹوز اور لیکٹوز۔

(i) **سکروز** (Sucrose): سکروز عام سیکرائڈ میں سے ایک ہے۔ اس کی آب پاشیدگی سے D-(+)- glucose اور D-(–)- frutose کا مساوی مولر آمیزہ حاصل ہوتا ہے۔

$$\underset{\text{سکروز}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \longrightarrow \underset{\text{D-(+)- گلوکوز}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{D-(–)- فرکٹوز}}{C_6H_{12}O_6}$$

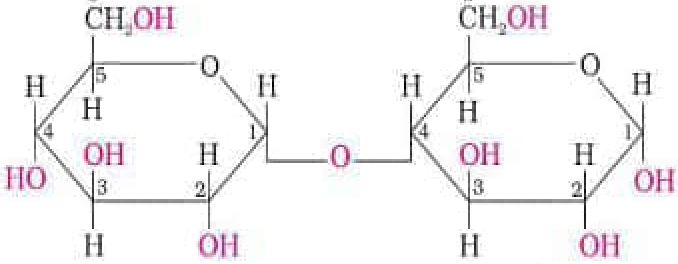
یہ دونوں سیکرائڈ ایک دوسرے کے ساتھ α-D- گلوکوز کے C1 اور β-D- فرکٹوز کے C2 کے درمیان گلائکوسائڈک انسلاک کے ذریعہ جڑے رہتے ہیں۔ کیونکہ گلوکوز اور فرکٹوز کے تحویلی گروپ گلائکوسائڈک بانڈ کی تشکیل میں ملوث ہوتے ہیں اس لیے اسے غیر تحویلی شکر کہا جاتا ہے۔



α-D- گلوکوز　　**سکروز**　　β-D- فرکٹوز

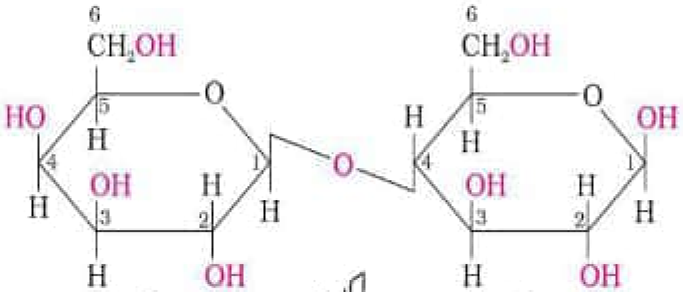
سکروز ڈیکسٹرو روٹیٹری ہے لیکن ہائڈرولسس (آب پاشیدگی) کے بعد ڈیکسٹرو روٹیٹری گلوکوز اور لیوو روٹیٹری فرکٹوز حاصل ہوتے ہیں۔ کیونکہ فرکٹوز کا لیوو روٹیشن (-92.4°) گلوکوز کے ڈیکسٹرو روٹیشن (+52.5°) سے زیادہ ہے۔ اس طرح سکروز کی آب پاشیدگی سے گردش کی علامت میں تبدیلی آجاتی ہے یعنی ڈیکسٹرو (+) سے لیوو (–) اور ماحصل کا نام **تقلیبی شکر** (Invert sugar) ہوجاتا ہے۔

(ii) **مالٹوز** (Maltose): ایک اور ڈائی سیکرائڈ مالٹوز دو α-D-glucose اکائیوں پر مشتمل ہوتا ہے جس میں ایک گلوکوز (I) کا C1 دوسری گلوکوز اکائی (II) کے C4 سے منسلک ہوتا ہے۔ آزاد الڈیہائڈ گروپ کو محلول میں دوسرے گلوکوز کے C1 پر پیدا کیا جاسکتا ہے اور یہ تحویلی خصوصیت کو ظاہر کرتا ہے اس لیے یہ تحویلی شکر ہے۔



(I) α-D- گلوکوز　　**مالٹوز**　　(II) α-D- گلوکوز

(iii) لیکٹوز (Lactose) : اسے عام طور سے دودھ کی شکر کے نام سے جانا جاتا ہے کیونکہ یہ ڈائی سیکرائڈ دودھ میں پایا جاتا ہے۔ یہ β-D-galactose اور β-D-glucose پر مشتمل ہوتا ہے۔ انسلاک گیلیکٹوز کے C1 اور گلوکوز کے C4 کے درمیان ہوتا ہے آزاد الڈیہائیڈ گروپ گلوکوز اکائی کے C1 پر حاصل کیے جاسکتے ہیں۔اسی لیے یہ تحویلی شکر کہلاتا ہے۔



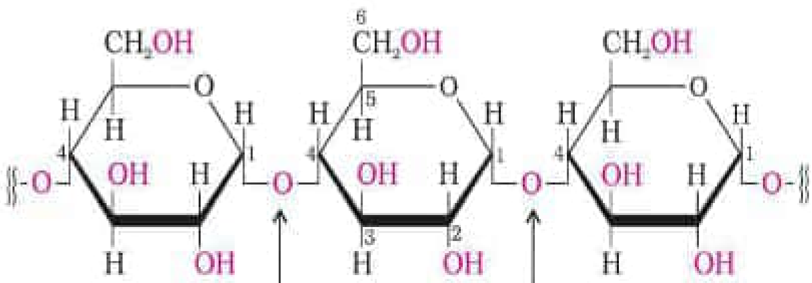
14.1.4 پالی سیکرائڈ (Polysaccharides)

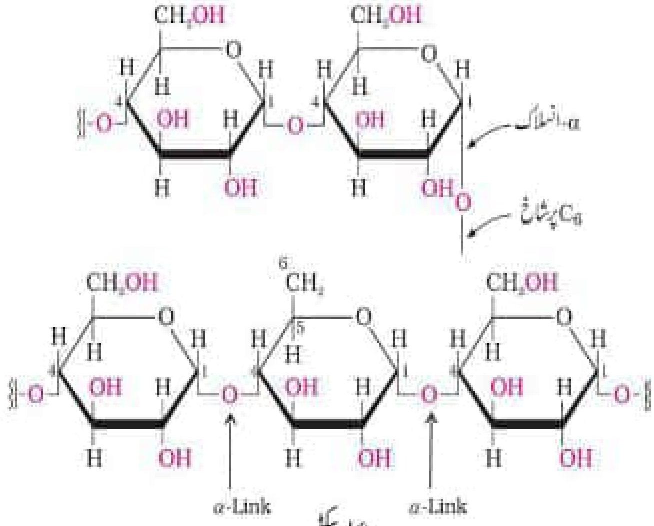
پالی سیکرائڈ متعدد مونوسیکرائڈ اکائیوں پر مشتمل ہوتے ہیں جو کہ ایک دوسرے کے ساتھ گلائکوسائڈک بندش کے ذریعہ جڑے رہتے ہیں۔ یہ قدرتی ماحول میں پائے جانے والے سب سے عام کاربوہائڈریٹ ہیں۔ یہ ساختی مادوں کے لیے غذائی ذخیرے کے طور پر کام کرتے ہیں۔

(i) اسٹارچ (Starch): اسٹارچ پودوں میں پایا جانے والا سب سے اہم پالی سیکرائڈ ذخیرہ ہے۔ یہ انسانوں کے لیے سب سے اہم غذائی ذریعہ ہے۔ اناج، جڑوں، قند اور کچھ سبزیوں میں اسٹارچ کی بہت زیادہ مقدار موجود ہوتی ہے۔ یہ α-گلوکوز کا پالیمر ہے اور دو اجزا ایمائلوز (Amylose) اور ایمائلوپیکٹین (Amylopectin) پر مشتمل ہوتا ہے۔ ایمائلوز پانی میں حل پذیر جزو ہے جو کہ اسٹارچ کا 15-20% حصہ تشکیل دیتا ہے۔ کیمیائی اعتبار سے ایمائلوز بغیر شاخ والی طویل زنجیر ہے جس میں 200 سے لے کر 1000 تک α-D-(+)-glucose اکائیاں C1–C4 گلائکوسائڈک بندش کے ذریعہ ایک ساتھ جڑی رہتی ہیں۔

ایمائلوپیکٹن پانی میں حل پذیر نہیں ہے اور کل اسٹارچ کا 80–85% حصہ ہوتا ہے۔ یہ α-D-glucose اکائیوں کا شاخدار زنجیری پالیمر ہے۔

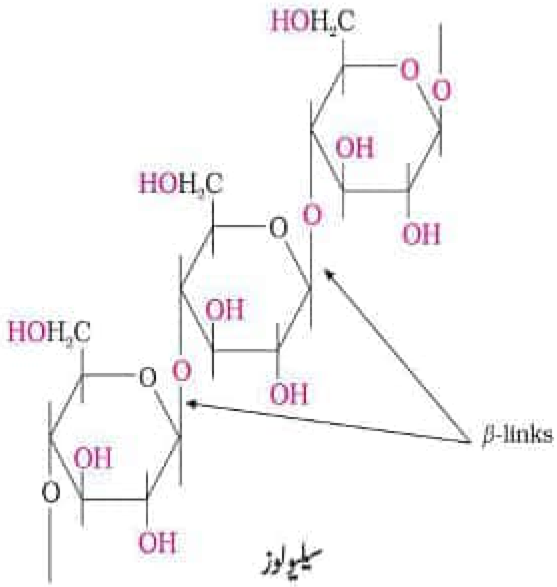
جس میں زنجیر کی تشکیل C1–C4 گلائکوسائڈک انسلاک کے ذریعہ ہوتی ہے جبکہ شاخوں کی تشکیل C1–C6 گلائکوسائڈک انسلاک کے ذریعہ ہوتی ہے۔





ایملوپیکٹن

(ii) سیلیولوز (Cellulose): سیلیولوز خاص طور سے پودوں میں پایا جاتا ہے اور پلانٹ کنگڈم میں سب سے زیادہ مقدار میں پایا جانے والا نامیاتی مادہ ہے۔ یہ نباتاتی خلیوں کی خلوی دیوار کا سب سے اہم جزو ہے۔ سیلیولوز مستقیم زنجیر پر مشتمل پالی سیکرائڈ ہے جس میں صرف β-D-glucose اکائیاں ہوتی ہیں ان میں ایک گلوکوز اکائی کا C1 دوسری گلوکوز اکائی کے C4 سے منسلک ہوتا ہے۔



سیلیولوز

(iii) گلائکوجن (Glycogen): حیوانی جسم میں کاربوہائڈریٹ کا ذخیرہ گلائکوجن کی شکل میں ہوتا ہے۔ اسے حیوانی اسٹارچ بھی کہا جاتا ہے کیونکہ اس کی ساخت ایمائلوپیکٹن سے مشابہت رکھتی ہے اور بہت زیادہ شاخدار ہوتی ہے۔ یہ جگر، عضلات اور دماغ میں موجود رہتا ہے۔ جب جسم کو گلوکوز کی ضرورت ہوتی ہے تو انزائم گلائکوجن کو توڑ کر گلوکوز بناتے ہیں۔ گلائکوجن ایسٹ اور پھپھوند (Fungi) میں بھی پایا جاتا ہے۔

14.1.5 کاربوہائڈریٹ کی اہمیت (Importance of Carbohydrates)

کاربوہائڈریٹ پودوں اور جانوروں دونوں کی زندگی کے لیے اہم ہے۔ یہ ہماری غذا کا ایک بہت بڑا حصہ تشکیل دیتے ہیں۔ شہد کا استعمال حکیم یا وید قدیم زمانے سے توانائی کے فوری ذریعہ کے طور پر کرتے آرہے ہیں۔ کاربوہائڈریٹ کا استعمال پودوں میں اسٹارچ کی شکل میں اور جانوروں میں گلائکوجن کی شکل میں ذخیرہ سالمات کے طور پر کیا جاتا ہے۔ بیکٹیریا اور پودوں کی خلوی دیوار سیلیولوز کی بنی ہوتی ہے۔ ہم فرنیچر وغیرہ لکڑی سے بناتے ہیں جو

کہ سیلولوز کی ایک شکل ہے اس کے علاوہ کپڑے بنانے کے لیے سوتی ریشے بھی سیلولوز کی ہی ایک شکل ہے یہ ٹیکسٹائل (پارچہ بافی)، کاغذ اور شراب بنانے والی صنعتوں کے لیے خام مادے فراہم کرتے ہیں۔

دو ایلڈوپینٹوز (Aldopentose) جیسے کہ D-ribose اور 2-deoxy-D-ribose (سیکشن 14.5.1، کلاس XII) نیوکلک ایسڈ میں موجود ہوتے ہیں۔ کاربوہائڈریٹ حیاتیاتی نظام میں پروٹین اور لپڈ (Lipid) کے ساتھ متحد حالت میں پائے جاتے ہیں۔

متن پر مبنی سوالات

14.1 گلوکوز اور سکروز پانی میں حل پذیر ہیں لیکن سائیکلوہیکسین یا بینزین (سادہ چھ رکنی رنگ مرکبات) پانی میں حل پذیر نہیں ہیں۔ وضاحت کیجیے۔

14.2 لیکٹوز کی آب پاشیدگی سے کون سے ماحصلات بنیں گے؟

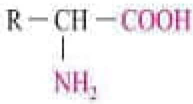
14.3 D-Glucose کے پینٹا ایسیٹیٹ میں آپ الڈیہائڈ گروپ کی عدم موجودگی کو کس طرح واضح کریں گے؟

14.2 پروٹین (Protein)

پروٹین حیاتیاتی نظام میں سب سے زیادہ پائے جانے والے حیاتیاتی سالمات ہیں۔ دودھ، پنیر، دالیں، مونگ پھلیاں، مچھلی، گوشت وغیرہ پروٹین کے اہم ماخذ ہیں۔ پروٹین جسم کے ہر ایک حصہ میں پائی جاتی ہیں اور زندگی کے افعال اور ساخت کی بنیاد تشکیل دیتی ہیں۔ جسم کی نشوونما اور اس کے رکھ رکھاؤ کے لیے بھی پروٹین کی ضرورت ہوتی ہے۔ لفظ پروٹین یونانی زبان کے 'Proteios' سے ماخوذ ہے جس کا مطلب ہے ابتدائی اہمیت۔ سبھی پروٹین α امینوایسڈز کی پالیمر ہیں۔

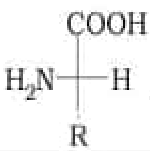
14.2.1 امینوایسڈ (Amino Acids)

امینوایسڈ امینو ($-NH_2$) اور کاربوکسل ($-COOH$) تفاعلی گروپوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ کاربوکسل گروپ کی مناسبت سے امینوگروپ کی نسبتی پوزیشن کی بنیاد پر امینوایسڈ کی درجہ بندی α، β، γ، δ وغیرہ کے تحت کی جاسکتی ہے۔ صرف α-امینوایسڈز کو پروٹین کی آب پاشیدگی کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔ ان میں دیگر تفاعلی گروپ بھی پائے جاتے ہیں۔



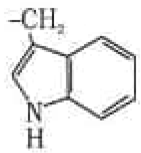
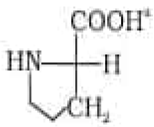
α امینوایسڈ

تمام امینوایسڈ کے Trivial نام ہیں جو عام طور سے اس مرکب یا اس کے ماخذ کی خصوصیت کی عکاسی کرتے ہیں۔ گلائسین کا نام گلائسین اس لیے پڑا کیونکہ اس کا ذائقہ میٹھا ہے (یونانی میں *Glykos* کا مطلب ہے میٹھا) اور ٹائروسین (Tyrosine) کو سب سے پہلے پنیر سے حاصل کیا گیا تھا (یونانی میں *Tyros* کا مطلب ہے پنیر)۔ امینوایسڈوں کو عام طور سے تین حرفی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے، کبھی کبھی ایک حرفی علامت کا بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ عام طریقے سے پائے جانے والے کچھ امینوایسڈوں کی ساختوں کو ان کی 3 حرفی اور ایک حرفی علامتوں کے ساتھ جدول 14.2 میں دیا گیا ہے۔



جدول **14.2**: قدرتی امینوایسڈ

امینوایسڈ کا نام	جانبی زنجیر، R کی نمایاں خصوصیت	تین حرفی علامت	ایک حرفی علامت
1- گلائسین	H	Gly	G
2- ایلانین	$-CH_3$	Ala	A
3- ویلین*	$(H_3C)_2CH-$	Val	V
4- لیوسین*	$(H_3C)_2CH-CH_2-$	Leu	L

I	Ile	H_3C-CH_2-CH- $\quad\quad\quad\;\; CH_3$	5۔ آئسو لیوسین*
R	Arg	$HN=C-NH-(CH_2)_3-$ $\quad\;\; NH_2$	6۔ آرجینین*
K	Lys	$H_2N-(CH_2)_4-$	7۔ لائسین*
E	Glu	$HOOC-CH_2-CH_2-$	8۔ گلوٹیمک ایسڈ
D	Asp	$HOOC-CH_2-$	9۔ ایسپارٹک ایسڈ
Q	Gln	$H_2N-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-CH_2-$	10۔ گلوٹامائن
N	Asn	$H_2N-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-$	11۔ ایسپاراجین
T	Thr	$H_3C-CHOH-$	12۔ تھریونائن*
S	Ser	$HO-CH_2-$	13۔ سیرین
C	Cys	$HS-CH_2-$	14۔ سسٹین
M	Met	$H_3C-S-CH_2-CH_2-$	15۔ میتھایونین*
F	Phe	$C_6H_5-CH_2-$	16۔ فنائل ایلانین*
Y	Tyr	$(p)HO-C_6H_4-CH_2-$	17۔ ٹائروسین
W	Trp		18۔ ٹرپٹوفین *
H	His		19۔ ہسٹڈین*
P	Pro		20۔ پرولین

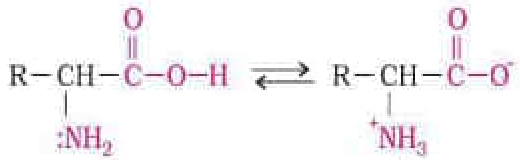
* لازمی امینو ایسڈ، a = مکمل ساخت

14.2.2 امینو ایسڈوں کی درجہ بندی (Classification of Amino Acids)

امینو ایسڈوں کی درجہ بندی تیزابی، اساسی یا تعدیلی امینو ایسڈ کے تحت کی جاسکتی ہے جس کا انحصار ان کے سالمہ میں امینو اور کاربوکسل گروپ کی نسبتی تعداد پر ہوتا ہے۔ امینو اور کاربوکسل گروپوں کی تعداد اگر مساوی ہے تو یہ تعدیلی امینو ایسڈ ہے، کاربوکسل گروپوں کے مقابلے اگر امینو گروپ زیادہ ہیں تو یہ اساسی ہوگا اور اگر کاربوکسل گروپوں کی تعداد امینو گروپوں کے مقابلے زیادہ ہے تو امینو ایسڈ تیزابی ہے۔ وہ امینو ایسڈ جن کی تالیف جسم کے اندر کی جاسکتی ہے **غیر لازمی امینو ایسڈ** (non-essential amino acids) کہلاتے ہیں۔ اس کے برعکس جن کی تالیف جسم کے

ذریعہ نہیں کی جاسکتی اور جنہیں غذا کے ذریعہ حاصل کیا جاتا ہے **لازمی امینو ایسڈ** (essential amino acids) کہلاتے ہیں (جدول 14.2 میں لازمی امینو ایسڈوں کو * سے ظاہر کیا گیا ہے)

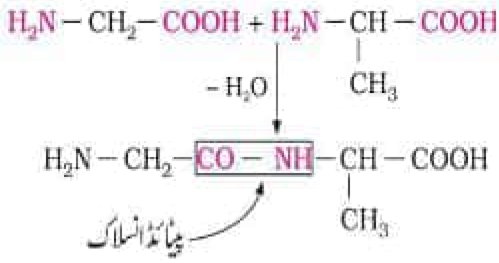
امینو ایسڈ عام طور سے بے رنگ کرسٹلی ٹھوس ہوتے ہیں۔ یہ پانی میں حل پذیر، بہت زیادہ نقطۂ گداخت والے ٹھوس ہیں اور سادہ امین یا کاربوکسلک ایسڈوں کے مقابلے نمکوں کی طرح طرزِ عمل ظاہر کرتے ہیں۔ ایک ہی سالمہ میں تیزابی (کاربوکسل گروپ) اور اساس (امینو گروپ) دونوں گروپوں کی موجودگی اس طرزِ عمل کی خاص وجہ ہے۔ آبی محلول میں کاربوکسل گروپ پروٹان کھو سکتا ہے اور امینو گروپ پروٹان حاصل کر سکتا ہے جس سے دو قطبی آین (Dipolar ion) حاصل ہوتا ہے، یہ زویٹر آین (Zwitter ion) کہلاتا ہے۔ یہ تعدیلی ہوتا ہے لیکن مثبت اور منفی دونوں قسم کے چارجوں پر مشتمل ہوتا ہے۔



زویٹر آینی شکل میں امینو ایسڈ ایمفوٹیرک طرزِ عمل کو ظاہر کرتے ہیں، کیونکہ یہ تیزاب اور اساس دونوں سے تعامل کرتے ہیں۔ گلائسین کے علاوہ قدرتی طور پر پائے جانے والے باقی تمام α-امینو ایسڈ بصری اعتبار سے سرگرم (Optically active) ہوتے ہیں کیونکہ α-کاربن ایٹم غیر متشاکل ہوتا ہے۔ یہ 'D' اور 'L' دونوں شکلوں میں پائے جاتے ہیں۔ قدرتی طور پر پائے جانے والے زیادہ تر امینو ایسڈ L-تشکل والے ہوتے ہیں۔ L-امینو ایسڈوں کو بائیں جانب $-NH_2$ گروپ لکھ کر ظاہر کیا جاتا ہے۔

14.2.3 پروٹین کی ساخت (Structure of Proteins)

آپ پہلے ہی مطالعہ کر چکے ہیں کہ پروٹین α-امینو ایسڈ کے پالیمر ہیں یہ ایک دوسرے کے ساتھ پیپٹائڈ بانڈ (Peptide bond) کے ذریعہ جڑی رہتی ہیں کیمیائی اعتبار سے پیپٹائڈ انسلاک $-COOH$ گروپ اور $-NH_2$ گروپ کے درمیان تشکیل پانے والا امائڈ ہے۔ دو یکساں یا مختلف امینو ایسڈوں کے درمیان تعامل ایک سالمہ کے امینو گروپ اور دوسرے سالمہ کے کاربوکسل گروپ کے اتحاد کے ذریعہ سے انجام پاتا ہے۔ اس تعامل کے نتیجے میں پانی کا سالمہ خارج ہو جاتا ہے اور پیپٹائڈ بانڈ $-CO-NH-$ تشکیل پاتا ہے۔ تعامل کا ماحصل ڈائی پپٹائڈ کہلاتا ہے کیونکہ یہ دو امینو ایسڈوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر جب گلائسین کا کاربوکسل گروپ ایلانین کے امینو گروپ کے ساتھ متحد ہوتا ہے تو ہمیں ڈائی پپٹائڈ، گلائسل ایلانین (Glycylalanine) حاصل ہوتا ہے۔



گلائسل ایلانین (Gly-Ala)

اگر کوئی تیسرا امینو ایسڈ ڈائی پیپٹائڈ کے ساتھ اتحاد کرتا ہے تو ماحصل ٹرائی پیپٹائڈ (Tripeptide) کہلاتا ہے۔ ٹرائی پیپٹائڈ تین امینو ایسڈوں پر مشتمل ہوتا ہے جو دو پپٹائڈ بانڈ کے ذریعہ منسلک رہتے ہیں۔ اسی طرح جب چار، پانچ یا چھ امینو ایسڈ منسلک ہوتے ہیں تو بالترتیب ٹیٹرا پیپٹائڈ، پینٹا پیپٹائڈ یا ہکسا پیپٹائڈ ماحصلات بنتے ہیں۔ جب اس قسم کے امینو ایسڈوں کی تعداد دس سے زیادہ ہوتی ہے تو ماحصل پالی پیپٹائڈ کہلاتے ہیں۔ سو سے زیادہ امینو ایسڈ والے پالی پیپٹائڈ جن کی سالماتی کمیت 10,000 u سے زیادہ ہوتی ہے پروٹین کہلاتے ہیں۔ تاہم، پالی پیپٹائڈ اور پروٹین کے درمیان بہت زیادہ فرق نہیں ہے۔ تھوڑے امینو ایسڈ والے پالی پیپٹائڈ کو بھی پروٹین کہا جاسکتا

ہے اگر وہ عام طور سے پروٹین کی معرف شدہ Conformation پر مشتمل ہے جیسا کہ انسولین جس میں 51امینو ایسڈ ہوتے ہیں۔

پروٹینوں کی درجہ بندی ان کی سالماتی شکل کی بنیاد پر دو قسموں میں کی جاسکتی ہے۔

(a) ریشہ دار پروٹین (Fibrous proteins)

جب پالی پیپٹائڈ زنجیریں ایک دوسرے کے متوازی ہوتی ہیں اور ایک دوسرے کے ساتھ ڈائی سلفائڈ بانڈ کے ذریعہ منسلک ہوتی ہیں تو ریشہ جیسی ساختیں تشکیل پاتی ہیں۔ اس قسم کی پروٹین عام طور سے پانی میں غیر حل پذیر ہوتی ہیں۔ کچھ عام مثالیں ہیں: کیراٹن (Keratin) (بال، اون، ریشم میں پائی جانے والی) اور میوسن (Myosin) (عضلات میں پائی جانے والی) وغیرہ۔

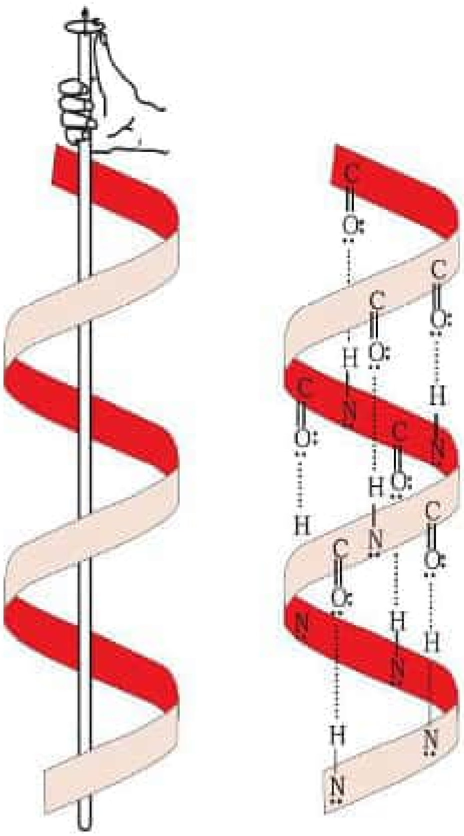
(b) گلوبولر پروٹین (Globular proteins)

جب پالی پیپٹائڈ کی زنجیریں لپٹ کر کروی شکل اختیار کر لیتی ہیں تو اس قسم کی ساخت وجود میں آتی ہے۔ یہ عام طور سے پانی میں حل پذیر ہیں۔ انسولین اور البیومین گلوبولر پروٹین کی عام مثالیں ہیں۔

پروٹین کی ساخت اور شکل کا مطالعہ چار مختلف درجات کے تحت کیا جاسکتا ہے یعنی پرائمری، سیکنڈری، ٹرشری اور کواٹرنری، ہر ایک درجہ اپنے پہلے درجہ کے مقابلے زیادہ پیچیدہ ہوتا جاتا ہے۔

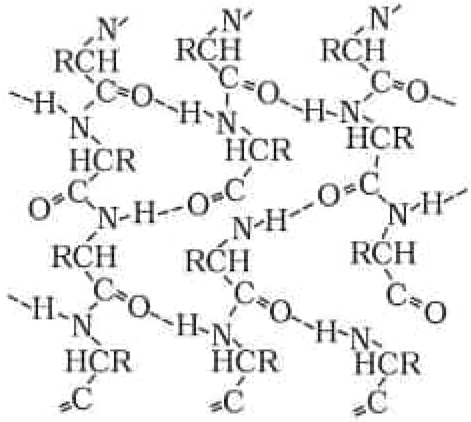
(i) پروٹین کی پرائمری ساخت: پروٹین میں ایک یا زیادہ پالی پیپٹائڈ زنجیریں ہوسکتی ہیں۔ پروٹین میں ہر ایک پالی پیپٹائڈ امینو ایسڈ پر مشتمل ہوتا ہے جو کہ ایک دوسرے کے ساتھ ایک مخصوص تواتر میں منسلک ہوتے ہیں اور امینو ایسڈ کا یہ تواتر اس پروٹین کی پرائمری ساخت کہلاتا ہے۔ اس ابتدائی ساخت یعنی امینو ایسڈ کے تواتر میں کوئی بھی تبدیلی مختلف قسم کی پروٹین کی تشکیل کا سبب بن جاتی ہے۔

(ii) پروٹین کی سیکنڈری ساخت: پروٹین کی سیکنڈری ساخت وہ شکل ہے جس میں پالی پیپٹائڈ کی ایک لمبی زنجیر موجود ہوسکتی ہے۔ یہ دو مختلف قسم کی ساختوں جیسے کہ α- ہیلکس (α-Helix) اور β- پلیٹڈ شیٹ ساخت (β-plated) کے طور پر پائی جاتی ہیں۔ یہ ساختیں $\overset{\text{O}}{\overset{\|}{-\text{C}-}}$ اور پیپٹائڈ بانڈ کے –NH- گروپوں کے درمیان ہائڈروجن بندش کی وجہ سے پالی پیٹائڈ زنجیر میں باقاعدہ موڑ (Regular folding) کی وجہ سے وجود میں آتی ہیں۔



شکل 14.1: پروٹین کی α- ہیلکس ساخت

ہیلکس ساخت ایک ایسی ساخت ہے جس میں پالی پیپٹائڈ سلسلہ میں سبھی ممکنہ ہائڈروجن بانڈ بن سکتے ہیں۔ اس میں پالی پیپٹائڈ زنجیر دائیں ہاتھ کے پیچ کی طرح جڑی رہتی ہیں۔ نتیجتاً ہر ایک امینو ایسڈ کا Residue



شکل 14.2: پروٹین کی β - پلیٹڈ شیٹ ساخت

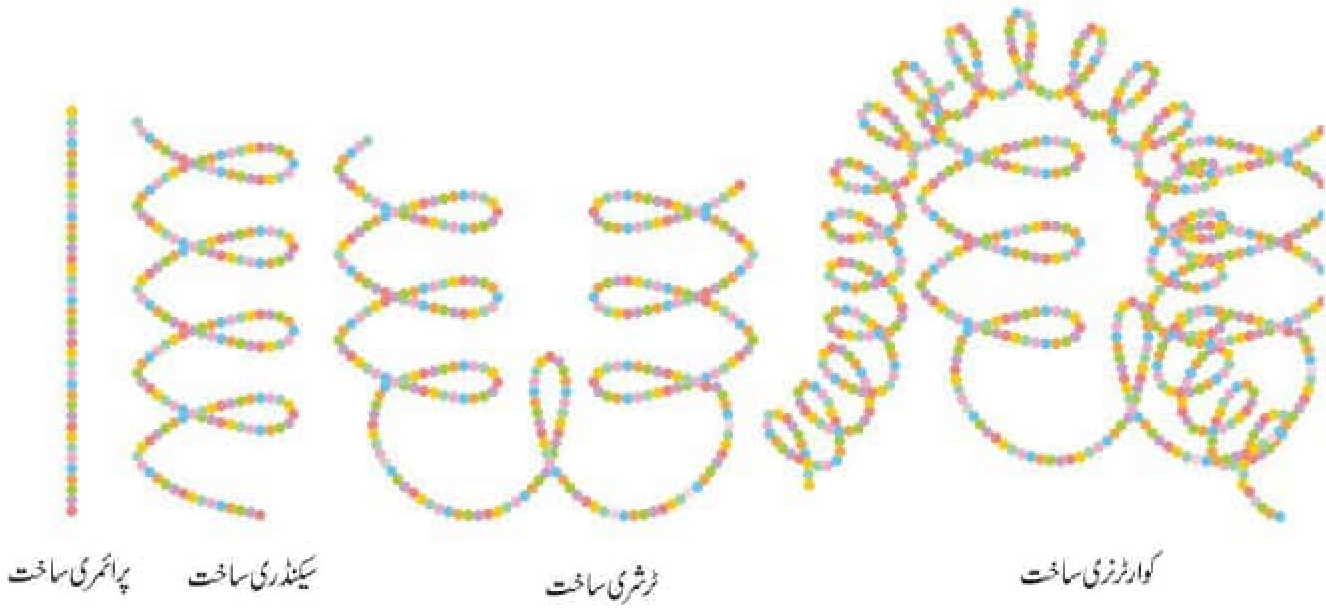
NH- گروپ ہیلکس کے متصل موڑ پر واقع گروپ کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بناتا ہے جیسا کہ شکل 14.1 میں دکھایا گیا ہے۔

β ساخت میں بھی پالی پیپٹائڈ زنجیریں تقریباً زیادہ سے زیادہ وسعت تک کھینچی رہتی ہیں اور ایک دوسرے کے ساتھ پہلو بہ پہلو واقع ہوتی ہیں۔اور آپس میں بین سالماتی ہائڈروجن بانڈ کے ذریعہ جڑی رہتی ہیں یہ ساخت کپڑوں میں پلیٹ (Pleate) کے مشابہ ہے لہٰذا اس کو β- پلیٹڈ شیٹ کہتے ہیں۔

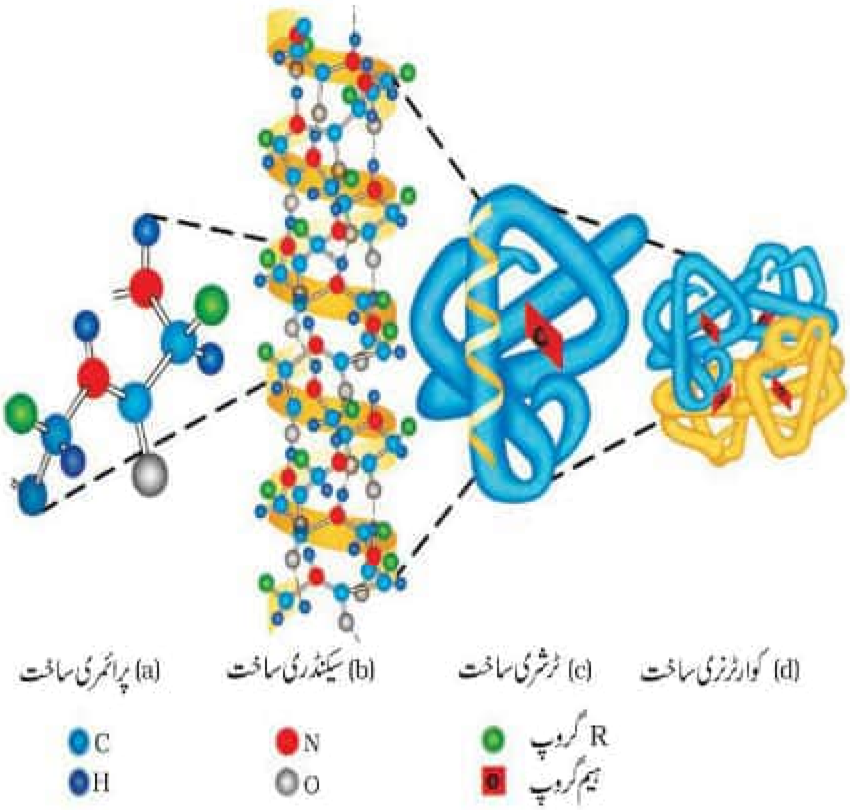
(iii) پروٹین کی ٹرشری ساخت : پروٹین کی ٹرشری ساخت پالی پیپٹائڈ زنجیروں کی مکمل تہہ (Folding) کو ظاہر کرتی ہے یعنی سیکنڈری ساخت کی مزید تہہ بندی کو ظاہر کرتی ہے۔ اس کے نتیجے میں ریشہ دار اور گلوبولر دو سالماتی شکلیں تشکیل پاتی ہیں۔ وہ اہم قوتیں جو پروٹین کی 2 اور 3 ساختوں کو استحکام عطا کرتی ہیں ہائڈروجن بانڈ، ڈائی سلفائڈ انسلاک، وان ڈروال اور برق سکونی قوتیں ہیں۔

(iv) پروٹین کوارٹرنری ساخت : کچھ پروٹین دو یا زیادہ پالی پیپٹائڈ زنجیروں پر مشتمل ہوتی ہیں جو کہ ذیلی اکائیاں کہلاتی ہیں۔ ان ذیلی اکائیوں کی مکانی ترتیب ایک دوسرے کی مناسبت سے کوارٹرنری ساخت کہلاتی ہے۔

ان سبھی چاروں ساختوں کو ڈائی گرام کی مدد سے شکل 14.3 میں دکھایا گیا ہے۔ جہاں ہر ایک رنگین گیند ایک امینو ایسڈ کو ظاہر کرتی ہے۔



شکل 14.3: پروٹین کی ساخت کا تصویری اظہار (کوارٹرنری ساخت میں دو قسم کی دو ذیلی اکائیاں)



شکل 14.4: ہیموگلوبن کی پرائمری، سیکنڈری، ٹرشری اور کوارٹرنری ساخت

14.2.4 پروٹین کا ڈی نیچریشن (Denaturation of Proteins)

حیاتیاتی نظام میں پائی جانے والی ایک منفرد سہ ابعادی ساخت اور حیاتیاتی سرگرمی والی پروٹین قدرتی پروٹین کہلاتی ہے۔ جب پروٹین کی قدرتی شکل میں طبیعی تبدیلی جیسے کہ درجۂ حرارت میں تبدیلی اور کیمیائی تبدیلی جیسے کہ pH میں تبدیلی کی وجہ سے ہائڈروجن بانڈ میں خلل پیدا ہو جاتا ہے۔ اس صورت میں گلوبیولس کی تہہ کھل جاتی ہیں اور ہیلکس کے پھیرے بھی کھل جاتے ہیں اور پروٹین اپنی حیاتیاتی سرگرمی انجام نہیں دے پاتی۔ اسے پروٹین کا ڈی نیچریشن کہتے ہیں۔ 2 اور 3 کے ڈی نیچریشن کے دوران 2 اور 3 ساختیں تباہ ہو جاتی ہیں لیکن 1° ساخت برقرار رہتی ہے۔ انڈے کو ابالنے پر اس کی سفیدی کی بستگی ڈی نیچریشن کی ایک عام مثال ہے۔ دودھ کی دہی میں تبدیلی اس کی ایک اور مثال ہے جو کہ دودھ میں موجود بیکٹیریا کے ذریعہ لیکٹک ایسڈ کے بننے کی وجہ سے تیار ہوتی ہے۔

متن پر مبنی سوالات

14.4 امینو ایسڈ کے نقطۂ گداخت اور پانی میں حل پذیری نظیری ہیلو ایسڈوں کے مقابلے زیادہ ہے۔ وضاحت کیجیے۔

14.5 انڈے کو ابالنے کے بعد اس میں موجود پانی کہاں چلا جاتا ہے؟

14.3 انزائم (Enzymes)

جاندار عضویوں میں متعدد تعاملات میں ارتباط کی وجہ سے ہی زندگی ممکن ہے۔ غذا کا ہضم ہونا، مناسب سالمات کا انجذاب اور آخر میں توانائی پیدا ہونا اس کی ایک مثال ہے۔ اس عمل میں تعاملات کا ایک تواتر ملوث ہوتا ہے اور یہ سبھی تعاملات جسم کے اندر بہت زیادہ معتدل حالات کے تحت انجام دیے جاتے ہیں۔ یہ تعاملات مخصوص حیاتیاتی وسیطے (Biocatalysts) کی مدد سے انجام دیے جاتے ہیں۔ یہ وسیطے انزائم (Enzyme) کہلاتے ہیں۔ تقریباً

سبھی انزائم گلوبولر پروٹین ہیں۔ انزائم ایک خاص تعامل اور خاص سبسٹریٹ (Substrate) کے لیے مخصوص ہوتے ہیں۔ ان کے نام عام طور سے ان مرکبات یا مرکبات کے زمرہ کی بنیاد پر رکھے جاتے ہیں جن پر یہ عمل پیرا ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر وہ انزائم جو مالٹوز کی گلوکوز میں آب پاشیدگی کو کیٹالائز کرتا ہے مالٹیز (Maltase) کہلاتا ہے۔

$$\underset{\text{مالٹوز}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \xrightarrow{\text{مالٹیز}} \underset{\text{گلوکوز}}{2\,C_6H_{12}O_6}$$

بعض اوقات انزائموں کے نام ان تعاملات کی بنیاد پر بھی رکھے جاتے ہیں جن تعاملات میں ان کا استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر وہ انزائم جو کسی سبسٹریٹ کی تکسید اور اسی وقت دوسرے سبسٹریٹ کی تحویل کو کیٹالائز کرتا ہے آکسیڈوریڈکٹیز (Oxidoreductase) انزائم کہلاتا ہے۔ انزائم کے نام کے آخیر میں **ase-** لکھا جاتا ہے۔

14.3.1 انزائم ایکشن کا میکانزم (Mechanism of Enzyme Action)

تعامل کو انجام دینے کے لیے انزائموں کی بہت تھوڑی مقدار ہی درکار ہوتی ہے۔ کیمیائی وسیط کے ایکشن کی طرح ہی انزائم بھی ایکٹیویشن توانائی کی قدر کو کم کر دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر سکروز کی تیزابی آب پاشیدگی کی ایکٹیویشن توانائی $6.22\ kJ\ mol^{-1}$ ہے جبکہ سکریز (Sucrase) انزائم کے ذریعہ آب پاشیدگی کرنے پر ایکٹیویشن توانائی صرف $2.15\ kJ\ mol^{-1}$ ہوتی ہے۔ انزائم ایکشن پر اکائی 5 میں بحث ہے۔

14.4 وٹامن (Vitamins)

یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ ہماری خوراک میں کچھ مخصوص نامیاتی مرکبات کی تھوڑی سی مقدار ضروری ہے اور ان کی کمی کی وجہ سے مخصوص قسم کی بیماریاں پیدا ہو جاتی ہیں۔ یہ مرکبات وٹامن کہلاتے ہیں۔ زیادہ تر وٹامن ہمارے جسم میں تیار نہیں کیے جا سکتے لیکن پودے تقریباً سبھی وٹامنوں کی تالیف کر سکتے ہیں اسی لیے انہیں لازمی غذائی عوامل (Essential food factors) کہا جاتا ہے۔ حالانکہ Gut میں پائے جانے والے بیکٹیریا کچھ ایسے وٹامنوں کو پیدا کر سکتے ہیں جو ہمیں درکار ہیں۔ سبھی وٹامن عام طور سے ہماری غذا میں موجود رہتے ہیں۔ مختلف وٹامنوں کا تعلق مختلف کیمیائی زمروں سے ہے اسی لیے ساخت کی بنیاد پر ان کی تعریف بیان کرنا مشکل امر ہے۔ یہ عام طور سے ایسے **نامیاتی مرکبات ہیں جو عضویہ کی مناسب نمو کے رکھ رکھاؤ اور صحت کے لیے مخصوص حیاتیاتی افعال کو انجام دینے کے لیے تھوڑی سی مقدار میں درکار ہوتے ہیں۔** وٹامنوں کو A، B، C، D حروف تفویض کیے گئے ہیں۔ ان میں سے کچھ وٹامنوں کے نام ذیلی گروپوں کے طور پر رکھے گئے ہیں جیسے B_1، B_2، B_6، B_{12} وغیرہ۔ وٹامنوں کی زیادتی بھی نقصان دہ ہوتی ہے اور وٹامنوں کی گولیاں ڈاکٹر کی صلاح کے بغیر نہیں لینی چاہئیں۔

اصطلاح **"Vitamine"** لفظ **vital + amine** سے اخذ کیا گیا تھا کیونکہ پہلے جن مرکبات کی شناخت کی گئی تھی وہ امینو گروپ پر مشتمل تھے۔ بعد میں معلوم ہوا کہ ان میں سے زیادہ تر میں تو امینو گروپ موجود ہی نہیں ہے لہٰذا حرف 'e' کو ہٹا دیا گیا اور آج کل اصطلاح وٹامن (Vitamin) کا استعمال کیا جاتا ہے۔

14.4.1 وٹامنوں کی درجہ بندی (Classification of Vitamins)

وٹامنوں کو ان کے پانی اور چربی میں حل ہونے کی بنیاد پر دو گروپوں میں رکھا گیا ہے۔

(i) **چربی میں حل پذیر وٹامن** : وہ وٹامن جو چربی اور تیلوں میں حل پذیر ہیں لیکن پانی میں حل پذیر نہیں ہیں انہیں اس زمرے میں رکھا گیا ہے۔ ان وٹامنوں میں وٹامن A، D، E اور وٹامن K شامل ہیں۔ یہ جگر اور اڈیپوز (چربی کا ذخیرہ کرنے والے) بافتوں میں اسٹور رہتے ہیں۔

(ii) پانی میں حل پذیر وٹامن: B گروپ کے وٹامن اور وٹامن C پانی میں حل پذیر ہیں اس لیے انہیں ایک ہی گروپ میں رکھا گیا ہے۔ پانی میں حل پذیر وٹامنوں کی خوراک میں مسلسل فراہمی ضروری ہے کیونکہ یہ وٹامن پیشاب کے ساتھ جسم سے خارج ہو جاتے ہیں اور ہمارے جسم میں ان کا ذخیرہ نہیں کیا جا سکتا (وٹامن B_{12} کو چھوڑ کر)۔

کچھ اہم وٹامن، ان کے مآخذ اور ان کی کمی کی وجہ سے ہونے والی بیماریوں کی فہرست جدول 14.3 میں دی گئی ہے۔

جدول 14.3: کچھ اہم وٹامن ان کے مآخذ اور ان کی کمی کے باعث ہونے والی بیماریاں

نمبر شمار	وٹامن کا نام	مآخذ	امراض قلت
1-	وٹامن A	مچھلی کے جگر کا تیل، گاجر، مکھن اور دودھ	زیروفتھیلمیا (کارنیا کا سخت ہو جانا) رتوندی
2-	وٹامن B_1 (Thiamine)	ایسٹ، دودھ، ہری سبزیاں اور اناج	بیری-بیری (بھوک کم لگنا اور نمو کا متاثر ہونا)
3-	وٹامن B_2 (Riboflavin)	دودھ، انڈے کی سفیدی، جگر، گردے	چیلوسس (منہ کے کونوں اور ہونٹوں کا پھٹنا) ہاضمی عارضے اور جلد کی سوزش
4-	وٹامن B_6 (Pyridoxin)	ایسٹ، دودھ، انڈے کی زردی، اناج اور چنے	اختلاج (Convulsions)
5-	وٹامن B_{12}	گوشت، مچھلی، انڈا اور دہی	خون کی کمی (Pernicious anaemia) (ہیموگلوبن میں RBC کی کمی)
6-	وٹامن C (Ascorbic Acid)	رس دار پھل، آملہ اور ہرے پتوں والی سبزیاں	اسکروی (مسوڑھوں سے خون بہنا)
7-	وٹامن D	دھوپ میں جسم کو کھلا رکھنا، مچھلی اور انڈے کی زردی	ریکیٹس (بچوں میں ہڈیاں بدشکل ہو جاتی ہیں) اور آسٹیومیلیشیا (بالغوں میں ہڈیوں کا ملائم ہو جانا اور جوڑوں میں درد ہونا)
8-	وٹامن E	خوردنی تیلوں جیسے کہ سورج مکھی کا تیل وغیرہ	RBC کی Fragility اور عضلاتی کمزوری میں اضافہ
9-	وٹامن K	ہرے پتوں والی سبزیاں	خون کے جمنے میں تاخیر

14.5 نیوکلک ایسڈ (Nucleic Acids)

ہر ایک نوع کی ہر ایک پیڑھی کئی معاملوں میں اپنے آبا و اجداد سے مشابہت رکھتی ہے۔ یہ خصوصیات ایک پیڑھی سے دوسری پیڑھی میں کس طرح منتقل ہوتی ہیں؟ یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ توارثی خصوصیات کی ترسیل (جسے توارث بھی کہتے ہیں) کے لیے جاندار خلیہ کا نیوکلیس ذمہ دار ہے۔ توارث کے لیے ذمہ دار خلیہ کے نیوکلیس میں پائے جانے والے ذرات کروموزوم (Chromosomes) کہلاتے ہیں جو کہ پروٹین اور دیگر قسم کے حیاتیاتی سالمات، جنہیں **نیوکلک ایسڈ** کہتے ہیں، پر مشتمل ہوتے ہیں۔ یہ نیوکلک ایسڈ دو قسم کے ہوتے ہیں۔ **ڈی آکسی رائبو نیوکلک ایسڈ** (DNA) اور **رائبو نیوکلک ایسڈ** (RNA)۔ کیونکہ نیوکلک ایسڈ نیوکلیوٹائڈ کے طویل زنجیری پالیمر میں ہیں لہٰذا انہیں پالی نیوکلیوٹائڈ بھی کہا جاتا ہے۔

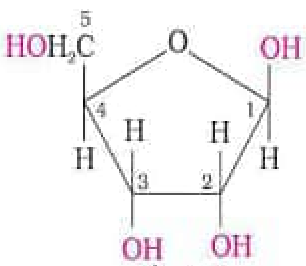
جیمس ڈیوی واٹسن



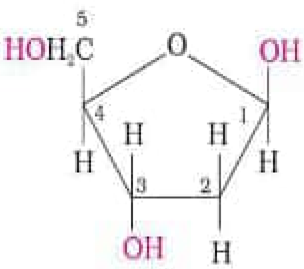
جیمس ڈیوی واٹسن کی پیدائش 1928 میں شکاگو میں ہوئی ڈاکٹر واٹسن کو 1950 میں انڈیانا یونیورسٹی سے علم حیوانات (Zoology) میں پی۔ ایچ۔ ڈی کی ڈگری تفویض کی گئی۔ ڈاکٹر واٹسن DNA کی ساخت کی اپنی اس کھوج کے لیے مشہور ہیں جس کے لیے انہیں 1962 میں فرانسس کرک اور مورس ولکنس کے ساتھ مشترکہ طور پر عضویات (Physiology) اور طب (Medicine) کے نوبل انعام سے نوازا گیا۔ ان کی تجویز تھی کہ DNA سالمہ کی شکل ڈبل ہیلکس کی طرح ہے یعنی ایک سادہ ساخت جو کہ بل کھائی ہوئی سیڑھی کی پیچ کا ہوتی ہے۔ سیڑھی کے جانبی ڈنڈے (Rail) فاسفیٹ اور ڈی آکسی رائبوز شکر کی متبادل اکائیوں کے بنے ہوتے ہیں اور سیڑھی کا ہر ایک ڈنڈا پیورین/ پائری مڈین اساس کے جوڑے پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس تحقیق نے سالماتی حیاتیات (Molecular Biology) کے ابھرتے ہوئے شعبہ کی بنیاد ڈالی۔ نیوکلیوٹائڈ اساسوں کی اتمامی جفتہ سازی (Complementary pairing) سے اس بات کی وضاحت ہوتی ہے کہ پدری DNA کی ہو بہو نقلیں دو دختر خلیوں میں کس طرح منتقل ہو جاتی ہیں۔ اس تحقیق نے بایولوجی میں ایک انقلاب برپا کر دیا جس کی وجہ سے جدید باز متحد تکنیکیں وجود میں آئیں۔

14.5.1 نیوکلک ایسڈ کی کیمیائی ترکیب (Chemical Composition of Nucleic Acids)

DNA (یا RNA) کی مکمل آب پاشیدگی کے نتیجے میں پینٹوز شکر، فاسفورک ایسڈ اور نائٹروجن پر مشتمل ہیٹروسائیکلک مرکبات (جنہیں اساس کہتے ہیں) حاصل ہوتے ہیں۔ DNA سالمات میں Sugar moiety β-D-2-ڈی آکسی رائبوز ہے جبکہ RNA سالمہ میں یہ β-D-رائبوز ہے۔

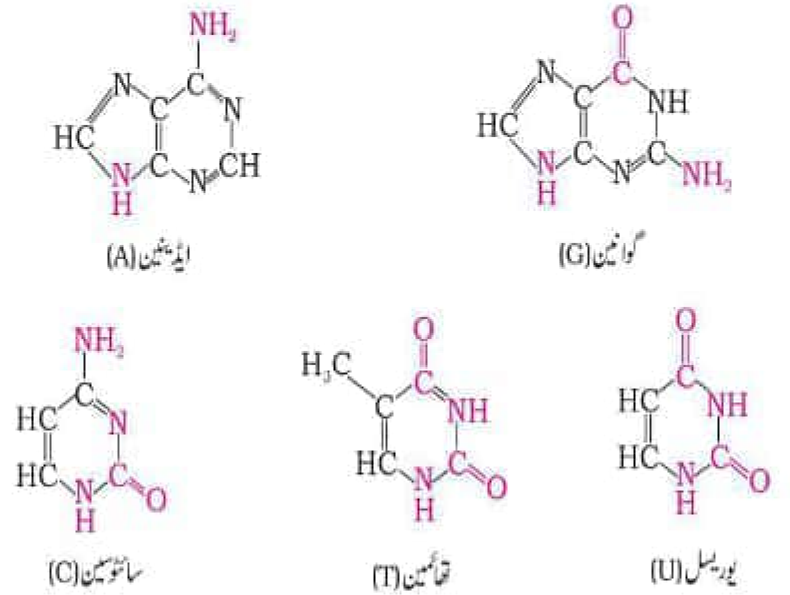


β-D-رائبوز



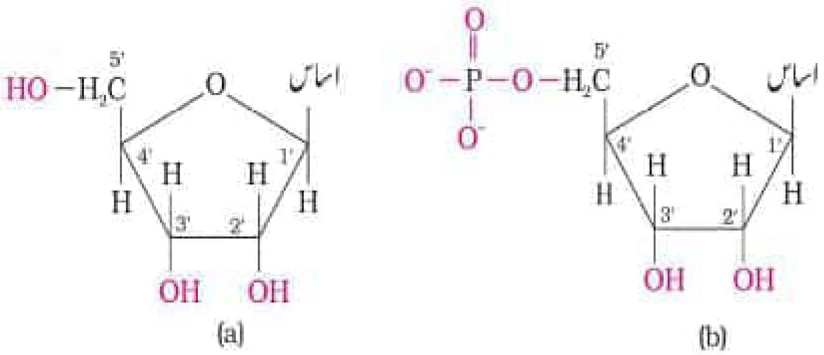
β-D-2-ڈی آکسی رائبوز

DNA چار اساس یعنی ایڈینین (Adenine) (A)، گوانین (Guanine) (G)، سائٹوسین (Cytosine) (C) اور تھائمین (Thymine) (T) پر مشتمل ہوتا ہے۔ RNA بھی چار اساس پر مشتمل ہوتا ہے۔ پہلے تین اساس DNA کی طرح ہی ہوتے ہیں لیکن چوتھا اساس یوریسل (Uracil) (U) ہوتا ہے۔



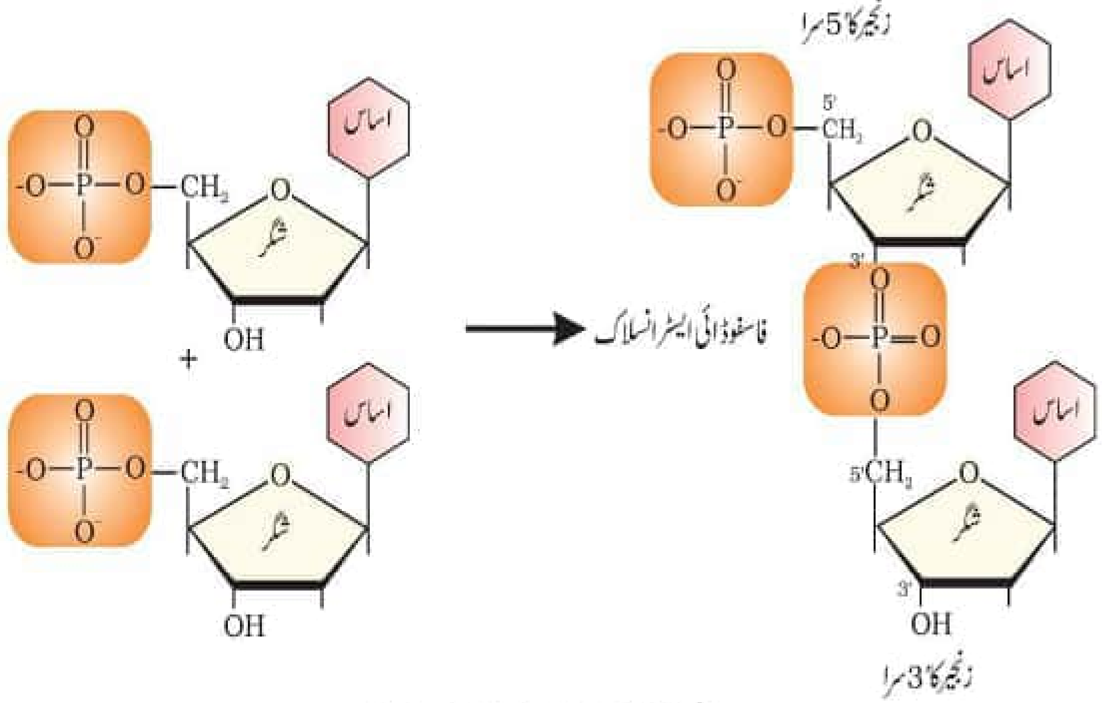
14.5.2 نیوکلک ایسڈ کی ساخت (Structure of Nucleic Acids)

شکر کی '1 پوزیشن سے اساس کے منسلک ہونے پر بننے والی اکائی نیوکلیوسائڈ (Nucleoside) کہلاتی ہے۔ نیوکلیوسائڈ میں شکر کے کاربنوں کو '1، '2، '3 وغیرہ نمبر اس ترتیب میں دیے جاتے ہیں کہ یہ اساس سے ممتاز رہیں [شکل (a)14.5]۔ جب نیوکلوسائڈ، فاسفورک ایسڈ سے شکر کی '5 پوزیشن پر منسلک ہوتا ہے تو ہمیں نیوکلیوٹائڈ حاصل ہوتا ہے (شکل 14.5)۔



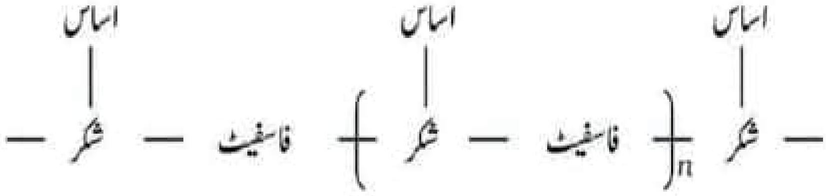
شکل 14.5 : (a) ایک نیوکلوسائڈ اور (b) ایک نیوکلوٹائڈ کی تشکیل

نیوکلیوٹائڈ فاسفوڈائی ایسٹر (Phosphodiester) بندش کے ذریعہ ایک دوسرے کے ساتھ پینٹوز شکر کے '5 اور '3 کاربن ایٹوں کے درمیان منسلک رہتے ہیں۔ ڈائی نیوکلیوٹائڈ کی تشکیل کو شکل 14.6 میں دکھایا گیا ہے۔



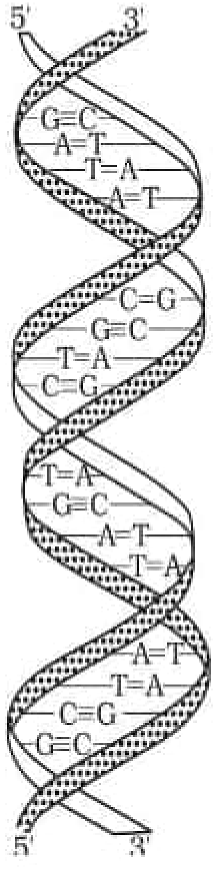
شکل 14.6 : ڈائی نیوکلیوٹائڈ کی تشکیل

نیوکلک ایسٹر زنجیر کی ایک سادہ شکل کو ذیل میں دکھایا گیا ہے۔



نیوکلک ایسڈ زنجیر میں نیوکلیوٹائڈ کے تواتر کے متعلق جانکاری اس کی پرائمری ساخت کہلاتی ہے۔ نیوکلک ایسڈ کی سیکنڈری ساخت بھی ہوتی ہے۔ جیمس واٹسن اور فرانسس کرک نے DNA کے لیے ڈبل اسٹرینڈ ہیلکس ساخت تجویز کی تھی (شکل 14.7)۔ دو نیوکلک ایسڈ زنجیریں ایک دوسرے پر لپٹی رہتی ہیں اور اساس جوڑوں کے درمیان ہائڈروجن بانڈ کے ذریعہ ایک دوسرے سے منسلک رہتی ہیں۔ دونوں لڑیاں (Strands) ایک دوسرے کا تتمہ ہیں کیونکہ ہائڈروجن بانڈ اساس کے مخصوص جوڑوں کے درمیان بنتے ہیں۔ ایڈینین، تھائمین کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بناتا ہے جبکہ سائٹوسین، گوانین کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بناتا ہے۔

RNA کی سیکنڈری ساخت میں ایسے ہیلکس موجود ہوتے ہیں جو واحد لڑی (Single strand) پر مشتمل ہوتے ہیں۔ بعض اوقات وہ اپنے اوپر ہی لپٹ کر ڈبل ہیلکس ساخت بناتے ہیں۔ RNA سالمات تین قسم کے ہوتے ہیں اور مختلف افعال انجام دیتے ہیں۔ ان کے نام ہیں میسنجر RNA (m-RNA)، رائبوسول RNA (r-RNA) اور ٹرانسفر RNA (t-RNA)۔



شکل 14.7: DNA کی ڈبل اسٹرینڈ ہیلکس ساخت



ہرگوبند کھرانہ

ہرگوبند کھرانہ کی پیدائش 1922 میں ہوئی تھی۔ انہوں نے پنجاب یونیورسٹی لاہور سے ایم۔ ایس۔ سی کی ڈگری حاصل کی انہوں نے پروفیسر ولادمیر پری لوگ (Vladimir Prelog) کے ساتھ کام کیا جنہوں نے کھرانہ کے خیالات اور فلسفہ کو سائنس، کام اور کاوش میں تبدیل کر دیا۔ 1949 میں ہندوستان میں اپنے مختصر قیام کے بعد کھرانہ انگلینڈ واپس چلے گئے اور پروفیسر G.W کینر (G.W. Kenner) اور پروفیسر اے۔ آر۔ ٹوڈ (A.R. Todd) کے ساتھ کام کیا۔ وہ جب کیمبرج U.K. میں تھے تو انہیں پروٹین اور نیوکلک ایسڈ دونوں میں دلچسپی پیدا ہو گئی۔ ڈاکٹر کھرانہ کو جینیٹک کوڈ کا پتہ لگانے کے لیے 1968 میں مارشل نیرن برگ (Marshall Nirenberg) اور رابرٹ ہولی (Robert Holley) کے ساتھ مشترکہ طور پر طب اور عضویات کے نوبل انعام سے نوازا گیا۔

DNA فنگر پرنٹنگ

یہ سبھی کو معلوم ہے کہ ہر فرد کے فنگر پرنٹ یکتا ہوتے ہیں یہ پرنٹ یا نشان انگلیوں کے سروں پر پائے جاتے ہیں اور کافی عرصہ سے فرد کی شناخت کے لیے ان کا استعمال ہو رہا ہے لیکن سرجری کے ذریعہ انہیں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ DNA پر اساس کا تواتر بھی ہر ایک شخص کے لیے یکتا ہوتا ہے اور اس سے متعلق جانکاری DNA فنگر پرنٹنگ کہلاتی ہے۔ یہ ہر ایک خلیہ کے لیے یکساں ہوتی ہے اور کسی بھی طریقہ سے اس کو تبدیل نہیں کیا جا سکتا۔ DNA فنگر پرنٹنگ کا استعمال اب مندرجہ ذیل معاملوں میں کیا جاتا ہے:

(i) مجرموں کی شناخت کے لیے فارینسک تجربہ گاہوں میں۔

(ii) کسی فرد کی ولدیت کا تعین کرنے کے لیے۔

(iii) والدین یا بچوں کے DNA سے موازنہ کر کے کسی حادثہ کے شکار مردہ جسم کی شناخت کے لیے۔

(iv) حیاتیاتی ارتقا کو دوبارہ لکھنے کے لیے کسی نسلی گروپ کی شناخت میں کیا جاتا ہے۔

14.5.3 نیوکلک ایسڈ کے حیاتیاتی افعال (Biological Functions of Nucleic Acids)

DNA توارث کی بنیاد ہے اور انہیں جینیٹک اطلاعات کا ذخیرہ تصور کیا جاتا ہے۔ لاکھوں برسوں سے عضویوں کی مختلف انواع کی شناخت کو برقرار رکھنے کے لیے خاص طور سے DNA ذمہ دار ہے۔ خلوی تقسیم کے دوران DNA سالمہ اپنی خود کی نقل تیار کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے اور مماثل DNA اسٹرینڈ دختر خلیوں میں منتقل ہو جاتے ہیں۔ نیوکلک ایسڈ کا ایک اور اہم کام یہ ہے کہ یہ خلیہ میں پروٹین کی تالیف کرتا ہے۔ درحقیقت خلیہ میں پروٹین کی تالیف متعدد RNA سالمات کے ذریعہ کی جاتی ہے لیکن کسی خاص پروٹین کی تالیف کے لیے پیغام DNA میں موجود ہوتا ہے۔

14.6 ہارمون (Hormones)

ہارمون ایسے سالمات ہیں جو بین خلوی میسنجر کے طور پر کام کرتے ہیں۔ ہارمون کا افراز جسم کے اندر درون افرازی غدود کے ذریعے ہوتا ہے اور یہ غدود ہارمونوں کو براہ راست خون میں چھوڑ دیتے ہیں جہاں سے یہ خون کے ہمراہ ان مقامات پر پہنچ جاتے ہیں جہاں انھیں استعمال کیا جائے گا۔

کیمیائی نوعیت کے اعتبار سے کچھ ہارمون اسٹیرائیڈ ہوتے ہیں مثلاً ایسٹروجنس اور اینڈ روجنس، کچھ پولی پیپٹائڈ جیسے انسولین اور اینڈ ورفنس جب کہ کچھ ہارمون امینوایسڈ اشتقاق ہیں مثلاً اپی نیفر ین اور نور ہی نیفر ین۔

ہارمون جسم کے اندر متعدد افعال انجام دیتے ہیں۔ یہ جسم میں حیاتیاتی سرگرمیوں کے مابین توازن قائم رکھتے ہیں۔خون میں گلوکوز کی سطح کو ایک بہت چھوٹی سی رینج میں بنائے رکھنے کے لیے انسولین کا رول اس کی ایک مثال ہے۔ خون میں گلوکوز کی سطح میں تیزی سے ہونے والے اضافے کے ردعمل کے نتیجے میں پیدا ہوتا ہے۔ اس کے برعکس گلوکاگون ہارمون خون میں گلوکوز کی سطح میں اضافہ کرتا ہے۔ دونوں ہارمون ایک ساتھ خون میں گلوکوز کی سطح کو کنٹرول کرتے ہیں۔اپی نیفر ین اور نور ہی نیفر ین ہارمون بیرونی محرکات کے تیئں ردعمل میں ثالث کے طور پر کام کرتے ہیں۔ گروتھ ہارمون اور جنسی ہارمون نمو اور نشوونما میں مدد کرتے ہیں۔ تھائرائیڈ غدہ میں پیدا ہونے والا تھائراکسن ہارمون امینوایسڈ ٹائروسین کا آیوڈین مشتق ہے۔ تھائراکسن کی کمی کی وجہ سے ہائپوتھائرائیڈزم (Hypothyroidism) ہوجاتا ہے جو سستی اور موٹاپے کا سبب ہے۔ غذا میں آیوڈین کی قلت ہائپوتھائرائیڈزم کا سبب ہے اور اس کے نتیجے میں تھائرائیڈ غدہ بڑا ہو جاتا ہے۔ اس صورت حال پر قابو پانے کے لیے کھانے کے نمک میں سوڈیم آیوڈائڈ ملایا جاتا ہے (آیوڈین شدہ نمک)

اسٹیرائیڈ ہارمون کا افراز ایڈرینل کارٹیکس اور تولیدی اعضا (نر میں انثیے اور مادہ میں بیض دان) کے ذریعے ہوتا ہے۔ ایڈرینل کارٹیکس کے ذریعے افراز ہونے والے ہارمون جسم کے افعال میں اہم رول ادا کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر گلوکوکورٹی کوائیڈ (Glucocorticoids) کاربو ہائیڈریٹ تحول کو کنٹرول کرتا ہے، جلن سے متعلق تعاملات کو ماڈیولیٹ کرتا ہے اور دباؤ (Stress) سے متعلق تعاملات میں شامل حال رہتا ہے۔ اگر ایڈرینل کارٹیکس صحیح طریقے سے کام نہیں کر پاتا ہے تو اس کے نتیجے میں ایڈیسن بیماری ہو جاتی ہے جس میں ہائپوگلائی سیمیا ہو جاتا ہے، کمزوری آجاتی ہے اور دباؤ/ تناؤ کے تیئں حساسیت میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ اگر اس بیماری کا علاج گلوکوکورٹی کوائڈ اور منریلو کورٹی کوائیڈ (Mineralocorticoids)۔ تولیدی اعضا سے افراز ہونے والے ہارمون نشوونما اور ثانوی جنسی خصوصیات کے لیے ذمہ دار ہیں۔ ٹیسٹواسٹیران نر میں افراز ہونے والا اہم جنسی ہارمون ہے۔ یہ نر میں ثانوی صنفی خصوصیات (بھاری آواز، چہرے پر بال اگنا، عام جسمانی تشکیل) کے لیے ذمہ دار ہے اور ایسٹریڈائل (Estradiol) اہم مادہ جنسی ہارمون ہے۔ یہ دورحیض کو کنٹرول کرتا ہے۔ پروجیسٹران (Progestron) بارور انڈے کی تنصیب کے لیے رحم کو تیار کرتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

14.6 وٹامن C کا ہمارے جسم میں ذخیرہ کیوں نہیں کیا جاسکتا؟

14.7 جب تھائمین پر مشتمل DNA کے نیوکلیوٹائڈ کی آب پاشیدگی کی جاتی ہے تو کون سے ماحصلات بنتے ہیں؟

14.8 جب RNA کی آب پاشیدگی ہوتی ہے تو حاصل ہونے والے مختلف اساس کی مقداروں میں کوئی تعلق نہیں ہوتا۔ یہ حقیقت RNA کی ساخت کے بارے میں کیا تجویز کرتی ہے؟

خلاصہ

کاربوہائڈریٹ بصری اعتبار سے سرگرم پالی ہائڈراکسی الڈیہائڈ یا کیٹون یا ایسے سالمات ہیں جو آب پاشیدگی کے نتیجے میں اس قسم کی اکائیاں فراہم کرتے ہیں۔ ان کی درجہ بندی تین گروپوں میں کی جاسکتی ہے۔ مونوسیکرائڈ، ڈائی سیکرائڈ اور پالی سیکرائڈ۔ گلوکوز پستانیوں میں توانائی کا ایک اہم ماخذ ہے، اسے اسٹارچ کے ہاضمہ سے حاصل کیا جاتا ہے۔ مونوسیکرائڈ ایک دوسرے کے ساتھ گلائکوسائڈک بانڈ کے ذریعہ منسلک رہتے ہیں اور ڈائی سیکرائڈ یا پالی سیکرائڈ کی تشکیل کرتے ہیں۔

پروٹین تقریباً بیں مختلف امینو ایسڈ کی پالیمر ہیں جو کہ پیپٹائڈ بانڈ کے ذریعہ منسلک رہتے ہیں۔ دس امینو ایسڈ لازمی امینو ایسڈ کہلاتے ہیں کیونکہ ہمارے جسم میں ان کی تالیف نہیں کی جاسکتی اور اسی لیے انہیں خوراک کے ذریعہ فراہم کیا جاتا ہے۔ پروٹین عضویوں میں متعدد ساختی اور ڈائنمک افعال انجام دیتی ہیں۔ وہ پروٹین جو صرف α-امینوایسڈوں پر مشتمل ہوتی ہیں سادہ پروٹین کہلاتی ہیں۔ pH یا درجۂ حرارت میں تبدیلی لانے پر پروٹین کی سیکنڈری یا ٹرشری ساخت میں خلل پیدا ہو جاتا ہے اور یہ اپنے افعال کو انجام دینے سے قاصر رہتی ہیں۔ اسے پروٹین کا ڈی نیچریشن کہتے ہیں۔ انزائم حیاتیاتی وسیط ہیں جو حیاتیاتی نظاموں میں تعاملات کی شرح کو بڑھا دیتے ہیں یہ اپنے ایکشن کے لحاظ سے بہت زیادہ مخصوص اور انتخابی ہوتے ہیں اور کیمیائی اعتبار سے سبھی انزائم پروٹین ہیں۔

وٹامن لازمی غذائی عوامل ہیں جن کی غذا میں موجودگی لازمی ہے۔ ان کی درجہ بندی چربی میں حل پذیر (E،D،A اور K) اور پانی میں حل پذیر (B گروپ اور C) وٹامنوں کے تحت کی جاتی ہے۔ وٹامنوں کی کمی کی وجہ سے کئی بیماریاں ہوسکتی ہیں۔

نیوکلک ایسڈ نیوکلیوٹائڈ اساس پینٹوز شکر اور فاسفیٹ Moiety پر مشتمل ہوتے ہیں۔ نیوکلک ایسڈ والدین سے ان کی اولادوں میں خصوصیات کی منتقلی کے لیے ذمہ دار ہیں۔ دو قسم کے نیوکلک ایسڈ ہیں **DNA** اور **RNA**۔DNA پانچ کاربن والی شکر کے سالمہ (جسے 2-ڈی آکسی رائبوز کہتے ہیں) پر مشتمل ہوتا ہے جبکہ RNA رائبوز پر مشتمل ہوتا ہے۔ RNA اور DNA دونوں ہی ایڈینین، گوانین اور سائٹوسین پر مشتمل ہوتے ہیں۔ چوتھا اساس DNA میں تھائمین ہوتا ہے اور RNA میں یوریسل ہوتا ہے۔ DNA کی ساخت ڈبل اسٹرینڈ ہوتی ہے جبکہ RNA صرف ایک اسٹرینڈ سالمہ ہے۔ DNA توریث کی کیمیائی بنیاد ہے اور ان میں خلیہ میں پروٹین کی تالیف کے لیے کوڈ پر مشتمل پیغامات پائے جاتے ہیں۔ RNA کی تین قسمیں ہیں۔ rRNA ،mRNA اور tRNA جو خلیہ میں پروٹین کی تالیف کا کام انجام دیتی ہیں۔

مشق

14.1 مونوسیکرائڈ کیا ہیں؟

14.2 تحویلی شکر کیا ہیں؟

14.3 پودوں میں کاربوہائڈریٹ کے دو اہم افعال لکھیے۔

14.4 مندرجہ ذیل کی درجہ بندی مونوسیکرائڈ اور ڈائی سیکرائڈ کے تحت کیجیے۔

رائبوز، 2- ڈی آکسی رائبوز، مالٹوز، گیلیکٹوز، فرکٹوز اور لیکٹوز

14.5 گلائکوسائڈک انسلاک اصطلاح سے آپ کیا سمجھتے ہیں؟

14.6 گلائکوجن کیا ہے؟ یہ اسٹارچ سے کس طرح مختلف ہے؟

14.7 مندرجہ ذیل کی آب پاشیدگی سے کون سے ماحصلات بنیں گے؟

(i) سکروز (ii) لیکٹوز

14.8 اسٹارچ اور سیلیولوز کی ساخت میں بنیادی فرق کیا ہے؟

14.9 جب مندرجہ ذیل ریجنٹ کے ساتھ D-گلوکوز کا تعامل کرایا جاتا ہے تو کیا ہوتا ہے؟

(i) H_1 (ii) برومین واٹر (iii) HNO_3

14.10 D-گلوکوز کے ان تعاملات کا بیان کیجیے جن کی وضاحت اس کی کھلی زنجیری ساخت کے ذریعہ نہیں کی جاسکتی۔

14.11 لازمی اور غیر لازمی امینو ایسڈ کیا ہیں؟ ہر ایک قسم کے امینو ایسڈ کی دو مثالیں پیش کیجیے۔

14.12 پروٹین سے متعلق مندرجہ ذیل کی تعریف بیان کیجیے۔

(i) پیپٹائڈ انسلاک (ii) پرائمری ساخت (iii) ڈی نیچریشن

14.13 پروٹین کی سیکنڈری ساخت کی عام اقسام کیا ہیں؟

14.14 پروٹین کی α-ہیلکس ساخت کو استحکام عطا کرنے میں کس قسم کا بانڈ معاون ہے؟

14.15 گلوبولر اور ریشہ دار پروٹین میں فرق واضح کیجیے۔

14.16 آپ امینو ایسڈ کے ایمفوٹیرک طرز عمل کو کس طرح واضح کریں گے؟

14.17 انزائم کیا ہیں؟

14.18 پروٹین کی ساخت پر ڈی نیچریشن کا کیا اثر ہوتا ہے؟

14.19 وٹامنوں کی درجہ بندی کس طرح کی جاتی ہے۔ اس وٹامن کا نام بتایئے جو خون کی بستگی کے لیے ذمہ دار ہے۔

14.20 وٹامن A اور وٹامن C ہمارے لیے کیوں ضروری ہیں؟ ان کے اہم ماخذ بتائیے۔

14.21 نیوکلک ایسڈ کیا ہیں؟ ان کے دو اہم افعال بیان کیجیے۔

14.22 نیوکلیوسائڈ اور نیوکلیوٹائڈ میں کیا فرق ہے؟

14.23 DNA میں دونوں اسٹرینڈ مماثل نہیں ہیں لیکن تتمی ہیں۔ وضاحت کیجیے۔

14.24 DNA اور RNA کے درمیان اہم ساختی اور تفاعلی فرق بیان کیجیے۔

14.25 خلیہ میں پائے جانے والے مختلف قسم کے RNA کون کون سے ہیں؟

اکائی 15

پالیمر (Polymers)

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- مونومر، پالیمر اور پالیمر سازی اصطلاحات کی تشریح کر سکیں گے اور ان کی اہمیت کو سمجھ سکیں؛
- پالیمر کے مختلف زمروں اور پالیمر سازی کے مختلف طریقوں کے درمیان فرق کر سکیں؛
- مونو اور بائی فنکشنل مونومر سالمات سے پالیمر کی تشکیل کی اہمیت کو سمجھ سکیں؛
- کچھ اہم تالیفی پالیمر کی تیاری اور ان کی خصوصیات کو بیان کر سکیں؛
- روز مرہ کی زندگی میں پالیمر کی اہمیت کو سمجھ سکیں؛

ہم پالیمر سازی کا استعمال قدرت کے ذریعہ پالی پیپٹائڈوں میں کیا جاتا ہے جو کہ 20 یا اس سے بھی زیادہ امینو ایسڈوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ کیمیادان ابھی بھی بہت پیچھے ہیں۔

کیا آپ سمجھتے ہیں کہ پالیمر کے مختلف استعمال کی کھوج کے بغیر روز مرہ کی زندگی آسان اور رنگین ہوتی؟ پلاسٹک کی بالٹیاں، کپ، پلیٹیں، بچوں کے کھلونے، پلاسٹک کے تھیلے، تالیفی کپڑوں کے لیے مادے، گاڑیوں کے ٹائر، گیئر، سیل برقی حاجز مادے اور مشینوں کے پرزوں کی مینوفیکچرنگ نے روز مرہ کی زندگی اور صنعتی دنیا میں انقلاب لا دیا ہے۔ درحقیقت پالیمر پلاسٹک، الاسٹومر، فائبر، پینٹ اور وارنش جیسی چار اہم صنعتوں کی ریڑھ کی ہڈی ہیں۔

لفظ پالیمر (Polymer) دو یونانی الفاظ پالی (Poly) جس کا مطلب ہے بہت سے (Many) اور مر (Mer) جس کا مطلب ہے اکائی یا حصہ، سے مشتق ہے۔ اصطلاح پالیمر کی تعریف اس طرح بیان کی جاتی ہے کہ یہ ایک بہت بڑا سالمہ ہے جس کی سالماتی کمیت بہت زیادہ (10^3–10^7u) ہوتی ہے۔ انھیں کلاں سالمات (Macromolecules) بھی کہا جاتا ہے جو کہ دوہرائی جانے والی ساختی اکائیوں کے بڑے پیمانے پر ایک دوسرے کے ساتھ منسلک ہونے کے نتیجے میں بنتے ہیں۔ دوہرائی جانے والی ساختی اکائیاں سادہ اور تعامل پذیر سالمات سے حاصل کی جاتی ہیں جنھیں مونومر (Monomer) کہتے ہیں۔ یہ مونومر ایک دوسرے کے ساتھ شریک گرفت بانڈ کے ذریعہ منسلک رہتے ہیں۔ متعلقہ مونومر کے ذریعہ پالیمر بنانے کا یہ طریقہ پالیمر سازی (Polymerisation) کہلاتا ہے۔

15.1 پالیمر کی درجہ بندی (Classification of Polymers)

کچھ مخصوص تجاویز کی بنیاد پر پالیمر کی درجہ بندی کئی طریقوں سے کی جاتی ہے۔ ذیل میں پالیمر کی درجہ بندی کے کچھ عام طریقے دیے جارہے ہیں:

.1 قدرتی پالیمر (Natural polymers)

یہ پالیمر پودوں اور جانوروں میں پائے جاتے ہیں۔ پروٹین، سیلولوز، اسٹارچ، ریزن اور ربر اس کی مثالیں ہیں۔

.2 نیم تالیفی پالیمر (Semi-synthetic polymers)

سیلیولوز ایسیٹیٹ (Rayon) اور سیلیولوز نائٹریٹ وغیرہ جیسے سیلیولوز مشتق اس زمرے کی عام مثالیں ہیں۔

.3 تالیفی پالیمر (Synthetic polymers)

تالیفی پالیمر کی مختلف قسمیں جیسے کہ پلاسٹک (Polythene) تالیفی ریشے (نائلون 6،6) اور تالیفی ربر (Buna-S) انسان ساختہ پالیمر کی مثالیں ہیں جن کا استعمال صنعت اور روزمرہ کی زندگی میں بڑے پیمانے پر کیا جاتا ہے۔

پالیمر کو ان کی ساخت، قوت سالمات اور پالیمر سازی کی نوعیت کی بنیاد پر بھی تقسیم کیا جاسکتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

15.1 پالیمر کیا ہیں؟

15.2 پالیمر سازی تعاملات کی اقسام (Types of Polymerisation Reactions)

دو قسم کے پالیمر سازی تعاملات ہیں یعنی جمع یا زنجیر نمو پالیمر سازی اور تکثیف یا مرحلہ نمو پالیمر سازی۔

15.2.1 جمع پالیمر سازی یا زنجیر نمو پالیمر سازی (Addition Polymerisation or Chain Growth Polymerisation)

اس قسم کی پالیمر سازی میں، یکساں یا مختلف مونومر ایک دوسرے کے ساتھ بڑی تعداد میں جمع ہو کر پالیمر کی تشکیل کرتے ہیں۔ استعمال ہونے والے مونومر غیر سیر شدہ مرکبات ہوتے ہیں مثلاً الکین (Alkene)، الکاڈائی اینس (Alkadienes) اور ان کے مشتق پالیمر سازی کا یہ طریقہ آزاد ریڈیکل یا آئنی اسپشیز کی تشکیل کرکے زنجیر کی لمبائی یا زنجیر کی نمو میں اضافہ کرتا ہے۔ تاہم آزاد ریڈیکل کے ذریعہ انجام دی جانے والی جمع یا زنجیر نمو پالیمر سازی سب سے عام طریقہ ہے۔

.1 آزاد ریڈیکل میکانزم (Free radical mechanism)

متعدد قسم کے الکینس یا ڈائی این اور ان کے مشتقوں کی پالیمر سازی بینزوئل پر آکسائڈ، ایسیٹائل پر آکسائڈ، ٹرشری بیوٹائل پر آکسائڈ جیسے آزاد ریڈیکل جنریٹنگ ابتدا کار (وسیط) کی موجودگی میں ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ایتھین کی پالیتھین میں پالیمر سازی کے لیے ایتھین اور بینزوئل پر آکسائڈ ابتدا کار کے آمیزہ کو گرم کیا جاتا ہے یا روشنی میں رکھا جاتا ہے۔ پالیمر سازی کا عمل پر آکسائڈ کے ذریعہ بننے والے فنائل آزاد

15.2.1.1 جمع پالیمر سازی کا میکانزم (Mechanism of Addition Polymerisation)

ریڈیکل کی ایتھین ڈبل بانڈ سے جمع کے ساتھ شروع ہوتا ہے اس طرح ایک نئے اور بڑے آزاد ریڈیکل کی تشکیل ہوتی ہے۔ یہ مرحلہ زنجیر کی ابتدا (Chain initiating) کا مرحلہ کہلاتا ہے۔ جب یہ ریڈیکل ایتھین کے دوسرے سالمہ سے تعامل کرتا ہے تو بڑے سائز کا دوسرا ریڈیکل بنتا ہے۔ نئے اور بڑے ریڈیکل کے ساتھ اس تواتر کو بار بار دہرانے سے تعامل آگے بڑھتا جاتا ہے اور اس مرحلہ کو زنجیر اشاعتی مرحلہ (Chain propagating step) کہا جاتا ہے۔ بالآخر، ایک مرحلے پر بننے والا ریڈیکل ماحصل دوسرے ریڈیکل سے تعامل کرتا ہے اور پالیمر ماحصل بن جاتا ہے۔ یہ مرحلہ زنجیر اختتامی مرحلہ (Chain terminating step) کہلاتا ہے۔ مرحلوں کا تواتر ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

زنجیر کا ابتدائی مرحلہ *(Chain initiation steps)*

$$C_6H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_5 \longrightarrow 2C_6H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\dot{O} \longrightarrow 2\dot{C}_6H_5$$

بینزوئل پرآکسائڈ — فنائل ریڈیکل

$$\dot{C}_6H_5 + CH_2=CH_2 \longrightarrow C_6H_5-CH_2-\dot{C}H_2$$

زنجیر اشاعتی مرحلہ *(Chain propagating step)*

$$C_6H_5-CH_2-\dot{C}H_2 + CH_2=CH_2 \longrightarrow C_6H_5-CH_2-CH_2-CH_2-\dot{C}H_2$$

$$\downarrow$$

$$C_6H_5\left(CH_2-CH_2\right)_n CH_2-\dot{C}H_2$$

زنجیر اختتامی مرحلہ *(Chain terminating step)*

لمبی زنجیر کے اختتام کے لیے، یہ آزاد ریڈیکل مختلف طریقوں سے متحد ہو کر پالیتھین بناتے ہیں۔ اختتام کا ایک طریقہ ذیل میں دکھایا گیا ہے:

$$\begin{matrix} C_6H_5\left(CH_2-CH_2\right)_n CH_2-\dot{C}H_2 \\ C_6H_5\left(CH_2-\overset{+}{C}H_2\right)_n CH_2-\dot{C}H_2 \end{matrix} \longrightarrow C_6H_5\left(CH_2-CH_2\right)_n CH_2-CH_2-CH_2\left(CH_2-CH_2\right)_n C_6H$$

اس کے ساتھ ہی جو پالیمر واحد مونومر اسپیشیز کی پالیمر سازی کے ذریعے تشکیل پاتے ہیں انھیں ہوموپالیمر کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر پالیتھین جسے ہم ہوموپالیمر کے ضمن میں پہلے پڑھ چکے ہیں۔

ایسے پالیمر جنھیں دو مختلف مونومر کی جمعی پالیمر سازی کے ذریعہ بنایا جاتا ہے انھیں ہم کوپالیمر کہتے ہیں۔ Buna-S، جو پالیمر سازی 1،3-بوٹاڈائین اور اسٹیرین سے بنتا ہے کوپالیمر کی مثال ہے جو جمعی پالیمر سازی سے تشکیل پاتا ہے۔

$$n\,CH_2=CH-CH=CH_2 + n\,C_6H_5CH=CH_2 \longrightarrow \left(CH_2-CH=CH-CH_2-CH_2-\underset{}{\overset{C_6H_5}{\overset{|}{C}H}}\right)_n$$

1,3-بوٹاڈائین — اسٹیرین — بوٹاڈائین-اسٹیرین کوپالیمر

(Buna-S)

15.2.1.2 کچھ اہم جمعی پالیمر کی تیاری (Some Important Addition Polymers)

(a) پالیتھین (Polythene)

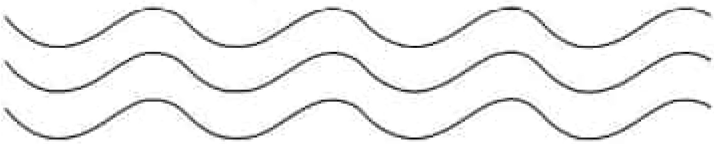
پالیتھین کی دو قسمیں ہیں جیسا کہ ذیل میں مذکور ہے:

(i) کم کثافت والی پالیتھین (Low density polythene): اسے ڈائی آکسیجن یا پرآکسائڈ ابتدا کار (وسیط) کی موجودگی میں 350-570 K درجۂ حرارت اور 1000 – 2000 atm دباؤ پر ایتھین کی پالیمر سازی سے تیار کیا جاتا ہے۔ آزاد ریڈیکل کی جمع اور H- ایٹم Abstraction کے ذریعہ تیار کی گئی کم کثافت والی پالیتھین (LDP) کی ساخت بہت زیادہ شاخدار ہوتی ہے۔



کم کثافت والی پالیتھین کیمیائی اعتبار سے غیر تعامل پذیر ہے لیکن لچکدار اور برق کی کمزور موصل ہے۔ اسی لیے اس کا استعمال برقی تاروں کو برق مزاحم بنانے، لچکدار پائپ، کھلونے اور دبانے والی بوتلیں (Squeeze bottles) بنانے میں کیا جاتا ہے۔

(ii) زیادہ کثافت والی پالیتھین (High density polythene): اس قسم کی پالیتھین اس وقت بنتی ہے جب 6-7 atm دباؤ اور 333 – 343 K درجۂ حرارت پر ٹرائی ایتھائل ایلومینیم اور ٹائٹینیم ٹیٹرا کلورائڈ (Ziegler-Natta catalyst) جیسے وسیط کی موجودگی میں ہائڈروکاربن محلل میں ایتھین (Ethene) کی جمعی پالیمر سازی کی جاتی ہے۔ زیادہ کثافت والی پالیتھین (HDP) خطی سالمات پر مشتمل ہوتی ہے اور نزدیک پیکنگ کی وجہ سے زیادہ کثیف ہوتی ہے۔ یہ بھی کیمیائی اعتبار سے غیر تعامل پذیر ہے اور نسبتاً زیادہ سخت ہوتی ہے۔ اس کا استعمال بالٹیاں، کوڑے دان، بوتلیں، پائپ وغیرہ بنانے میں کیا جاتا ہے۔



(b) پالی ٹیٹرا فلوروایتھین (ٹیفلون) [Polytetrafluoroethene (Teflon)]

ٹیفلون کو اونچے دباؤ پر آزاد ریڈیکل یا پرسلفیٹ وسیط کے ساتھ ٹیٹرا فلوروایتھین کے ساتھ گرم کر کے تیار کیا جاتا ہے۔ یہ کیمیائی اعتبار سے غیر تعامل پذیر ہوتی ہے اور تاکلی ریجنٹ کا اس پر کوئی اثر نہیں ہوتا۔ اس کا استعمال آئل سیل اور گیس کیٹ (Gaskets) بنانے میں کیا جاتا ہے۔ اس کا استعمال برتنوں کی سطحوں کو non-stick بنانے کے لیے بھی کیا جاتا ہے۔

$$n\,CF_2 = CF_2 \xrightarrow[\text{High pressure}]{\text{Catalyst}} \left[CF_2 - CF_2 \right]_n$$

ٹیٹرافلوروایتھین → ٹیفلون

(c) پالی ایکرائلونائٹرائل (Polyacrylonitrile)

پرآکسائڈ وسیط کی موجودگی میں ایکرائلونائٹرائل کو جمع پالیمر سازی کے ذریعہ پالی ایکرونائٹرائل بنتا ہے۔

$$\underset{\text{ایکرائلونائٹرائل}}{n\,CH_2=CHCN} \xrightarrow[\text{Peroxide catalyst}]{\text{Polymerisation}} \underset{\text{پالی ایکرائلونائٹرائل}}{\left[CH_2-\overset{\overset{\large CN}{|}}{CH}\right]_n}$$

پالی ایکرائلونائٹرائل کا استعمال اورلون (Orlon) یا ایکریلان (Acrilan) جیسے تجارتی ریشوں کو بنانے کے لیے اوون کو بدل کے طور پر کیا جاتا ہے۔

مثال 15.1 کیا $\left[CH_2-CH(C_6H_5)\right]_n$ ایک ہوموپالیمر ہے یا کوپالیمر ہے؟

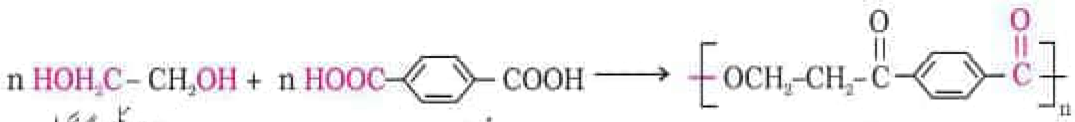
حل یہ ایک ہوموپالیمر اور مونومیر ہے جس سے $C_6H_5CH=CH_2$ اسٹرین حاصل ہوتا ہے۔

15.2.2 تکثیف پالیمر سازی یا مرحلہ نمو پالیمر سازی (Condensation Polymerisation or Step Growth polymerisation)

اس قسم کی پالیمر سازی میں عام طور سے دو بائی فنکشنل مونومر کی بار بار تکثیف کرائی جاتی ہے۔ ان کثیر تکثیفی تعاملات کے نتیجے میں پانی، الکوحل وغیرہ جیسے کچھ سادہ سالمات خارج ہو جاتے ہیں اور بہت زیادہ سالماتی کمیت والے تکثیفی پالیمر تشکیل پاتے ہیں۔

ان تعاملات میں ہر ایک مرحلہ کا ماحصل ایک بائی فنکشنل اسپشیز ہوتی ہے اور تکثیف کا سلسلہ جاری رہتا ہے۔ کیونکہ ہر ایک مرحلہ پر ایک علاحدہ تفاعلی اسپشیز (Functionalised species) حاصل ہوتی ہے اور دوسری اسپشیز سے مبرا ہوتی ہے لہٰذا یہ عمل مرحلہ نمو پالیمر سازی بھی کہلاتا ہے۔

ایتھائلین گلائکول اور ٹیرفتھیلک ایسڈ (Terephthalic acid) کے باہمی عمل کے ذریعہ ٹریلین یا ڈیکران کی تشکیل اس قسم کی پالیمر سازی کی ایک مثال ہے۔



ایتھائلین گلائکول (ایتھین-1،2-ڈائی اول)   ٹرفتھیلک ایسڈ (بینزین-1،4-ڈائی کاربوکسلک ایسڈ)   ٹیریلین یا ڈیکرن

15.2.2.1 کچھ اہم تکثیف پالیمر (Some Important Condensation Polymers)

(a) پالی ایمائڈ (Polyamides)

یہ پالیمر جو کہ ایمائڈ انسلاک پر مشتمل ہوتے ہیں تالیفی ریشوں کی اہم مثالیں ہیں اور نائلون (Nylons) کہلاتے ہیں۔ انھیں تیار کرنے کا عام طریقہ ڈائی کاربوکسلک ایسڈوں کے ساتھ ڈائی امین (Diamines) کی تکثیف پالیمر سازی پر مشتمل ہے۔

نائلون (Nylons)

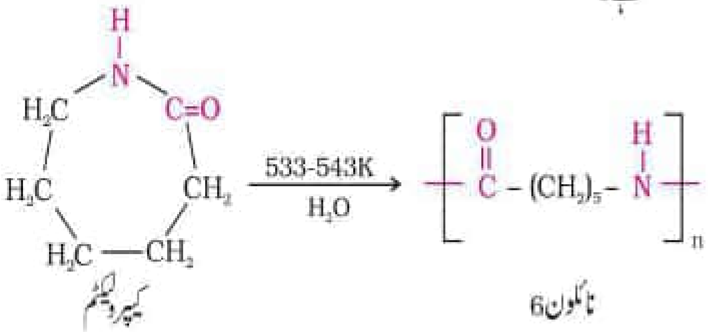
(i) نائلون 6،6: اسے بہت زیادہ دباؤ اور درجۂ حرارت پر ہیکسامیتھائلین ڈائی امین اور ایڈیپک ایسڈ کی تکثیفی پالیمر سازی سے تیار کیا جاتا ہے۔

$$n\,HOOC(CH_2)_4COOH + n\,H_2N(CH_2)_6NH_2 \xrightarrow[\text{High pressure}]{553K} \left[\overset{H}{\overset{|}{N}}-(CH_2)_6-\overset{H}{\overset{|}{N}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}(CH_2)_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}} \right]_n + n\,H_2O$$

نائلون 6،6

نائلون 6،6 کا استعمال شیٹ، برشوں کے Bristles بنانے اور ٹیکسٹائل انڈسٹری میں کیا جاتا ہے۔

(ii) نائلون 6: اسے اونچے دباؤ پر پانی کے ساتھ کیپرولیکٹم (Caprolactum) کو گرم کرکے بنایا جاتا ہے۔



نائلون 6 کا استعمال ٹائر کارڈ (Tyre cords)، رسیاں اور کپڑے بنانے میں کیا جاتا ہے۔

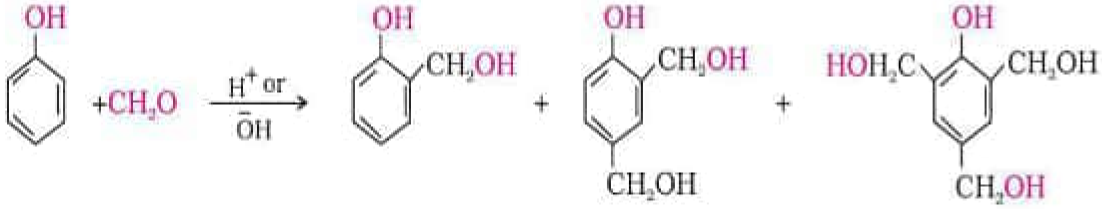
(b) پالیسٹر (Polyesters)

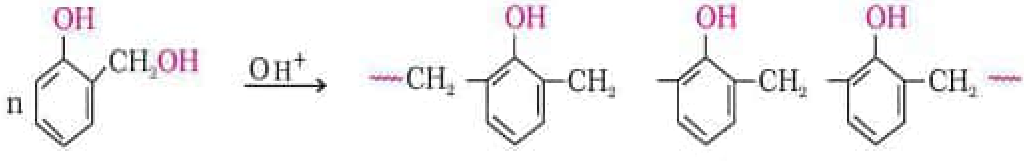
یہ ڈائی کاربوکسلک ایسڈ اور ڈائی اول (Diols) کے کثیر تکثیفی ماحصلات ہیں۔ ڈیکران اور ٹیریلین، پالی ایسٹرس کی عام مثالیں ہیں۔ اسے زنک ایسیٹیٹ اینٹی منی ٹرائی آکسائڈ وسیط کی موجودگی میں اول الذکر تعامل کے مطابق K 420-460 درجۂ حرارت پر ایتھلین گلائکول اور ٹیرفتھیلک ایسڈ کے آمیزہ کو گرم کرکے تیار کیا جاتا ہے۔ ڈیکران ریشہ (ٹریلین) شکن مزاحم ہوتا ہے اور اسے سوت اور اون کے ریشوں میں ملاکر استعمال کرتے ہیں۔ اس کا استعمال حفاظتی ہیلمیٹ وغیرہ میں کانچ کو مزید تقویت پہنچانے میں کیا جاتا ہے۔

(c) فینال – فارمل ڈیہائڈ پالیمر (بیکلائٹ اور متعلقہ پالیمر)

(Phenol-formaldehyde polymer (Bakelite and related polymers))

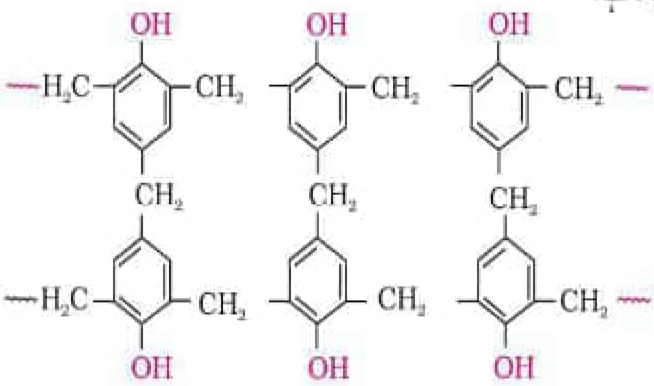
فینال - فارمل ڈیہائڈ پالیمر قدیم ترین تالیفی پالیمر ہیں انھیں تیزاب یا اساس وسیط کی موجودگی میں فارمل ڈیہائڈ کے ساتھ فینال کے تکثیفی تعامل کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔ تعامل کا آغاز آرتھو اور/ یا پیرا ہائڈراکسی میتھائل فینال مشتقوں کی ابتدائی تشکیل کے ساتھ ہوتا ہے جو فینال کے ساتھ مزید تعامل کرکے ایسے مرکبات بناتے ہیں جن میں رنگ ایک دوسرے کے ساتھ $-CH_2$ گروپوں کے ذریعہ منسلک رہتے ہیں۔ ابتدائی ماحصل خطی بھی ہوسکتا ہے۔ نوولیک (Novolac) جس کا استعمال روغنوں (Paints) میں کیا جاتا ہے۔





نوولیک

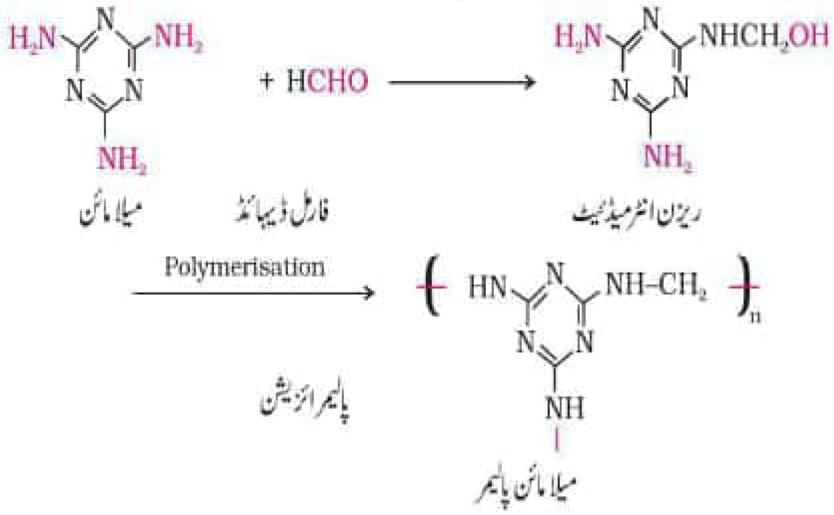
نوولیک کو فارمل ڈیہائڈ کے ساتھ گرم کرنے پر کراس لنکنگ ہو کر نہ پگھلنے والی ٹھوس کمیت کی تشکیل کرتا ہے جسے بیکلائٹ (Bakelite) کہتے ہیں۔ اس کا استعمال، کنگھے، فونوگراف ریکارڈ، بجلی کے سوئچ اور برتنوں کے ہینڈل بنانے میں کیا جاتا ہے۔



بیکلائٹ

(d) میلامائن – فارمل ڈیہائڈ پالیمر **(Melamine – formaldehyde polymer)**

میلامائن فارمل ڈیہائڈ پالیمر کو میلامائن اور فارمل ڈیہائڈ کی تکثیفی پالیمر سازی کے ذریعہ بنایا جاتا ہے۔ اس کا استعمال نہ ٹوٹنے والے برتنوں کو بنانے میں کیا جاتا ہے۔



متن پر مبنی سوالات

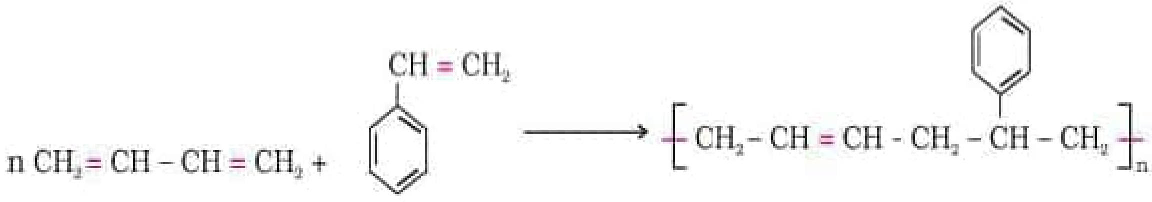
15.2 مندرجہ ذیل پالیمر کے مونومر کے نام بتائیے:

(i) $\left[\overset{\text{H}}{\overset{|}{\text{N}}} - (CH_2)_6 - \overset{\text{H}}{\overset{|}{\text{N}}} - \overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{C}}} - (CH_2)_4 - \overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{C}}} \right]_n$ (ii) $\left[\overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{C}}} - (CH_2)_5 - \overset{\text{H}}{\overset{|}{\text{N}}} \right]_n$ (iii) $\left[CF_2 - CF_2 \right]_n$

15.3 مندرجہ ذیل کی درجہ بندی جمعی اور تکثیفی پالیمر کے تحت کیجیے: ٹیریلین، بیکلائٹ، پالیتھین، ٹیفلون

15.2.3 ہم پالیمر سازی (Copolymerisation)

ہم پالیمر سازی ایسا پالیمر سازی تعامل ہے جس میں ایک سے زیادہ مونومیرک اسپیشیز کی پالیمر سازی سے ہم پالیمر (Copolymer) حاصل ہوتا ہے۔ ہم پالیمر کو نہ صرف زنجیر نمو پالیمر سازی سے بنایا جاسکتا ہے بلکہ مرحلہ نمو پالیمر سازی کے ذریعہ بھی بنایا جاسکتا ہے۔ اس میں ایک ہی پالیمرک زنجیر میں استعمال ہونے والے ہر ایک مونومر کی ضمنی اکائیاں موجود ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر 1, 3 – butadiene اور اسٹائرین کا آمیزہ ہم پالیمر کی تشکیل کر سکتا ہے۔



1،3- بیوٹا ڈائی این — اسٹائرین — بیوٹا ڈائی این۔اسٹائرین ہم پالیمر

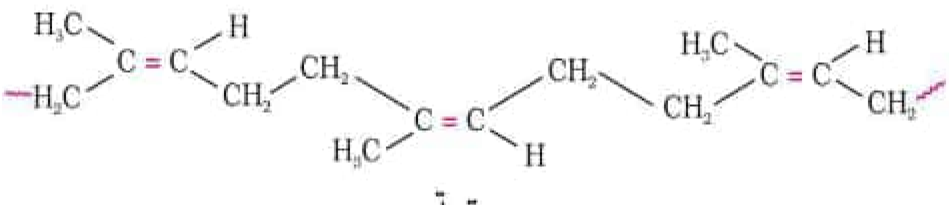
ہم پالیمر کی خصوصیات ہوموپالیمر سے بالکل مختلف ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر بیوٹاڈائی این - اسٹائرین ہم پالیمر کافی سخت ہوتا ہے اور قدرتی ربر کا سب سے اچھا بدل ہے۔ گاڑیوں کے ٹائر، فرش کی ٹائلیں، جوتوں کے حصے کیبل انسولیشن میں کیا جاتا ہے۔

15.2.4 ربر (Rubber)

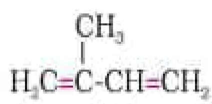
.1 قدرتی ربر (Natural Rubber)

ربر ایک قدرتی پالیمر ہے جس میں الاسٹک (Alastic) خصوصیات ہوتی ہے۔ اسے الاسٹومر بھی کہتے ہیں۔ اس کے متعدد استعمال ہیں۔ اسے ربر لیٹیکس (Rubber latex) سے بنایا جاتا ہے جو کہ پانی میں ربر کا کولائڈل انتشار (Colloidal dispersion) ہے۔ لیٹیکس کو ربر کے درخت کی چھال سے حاصل کیا جاتا ہے۔ ربر کے درخت ہندوستان، سری لنکا، انڈونیشیا، ملیشیا اور جنوبی امریکہ میں پائے جاتے ہیں۔

قدرتی ربر کو آئسو پرین (2-methyl-1, 3-butadiene) کا خطی پالیمر تصور کیا جاسکتا ہے۔ اسے cis - 1, 4 - پالی آئسو پرین بھی کہا جاتا ہے۔



قدرتی ربر



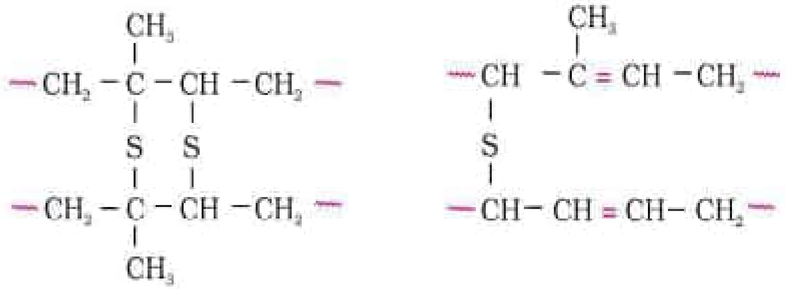
آئسو پرین

cis - پالی آئسو پرین سالمہ مختلف زنجیروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ زنجیریں کمزور وانڈر وال قوتوں کے ذریعہ ایک دوسرے سے منسلک رہتی ہیں اور ان کی ساخت مرغولہ نما (Coiled) ہوتی ہے۔ لہٰذا اسے ایک اسپرنگ کی طرح کھینچا جاسکتا ہے اور یہ الاسٹک خصوصیات کو ظاہر کرتی ہے۔

ربر کا ولکانا (Vulcanisation of rubber): قدرتی ربر اونچے درجۂ حرارت (> 335 K) پر ملائم اور کم درجۂ حرارت پر (< 283 K) پھوٹک ہو جاتی ہے اور اس میں بہت زیادہ پانی جذب کرنے کی صلاحیت ہوتی

ہے۔ یہ غیر قطبی محلولوں میں حل پذیر ہے اور تکسیدی ایجنٹ کے حملہ کے تئیں غیر مزاحم ہوتی ہے۔ ان طبیعی خصوصیات میں سدھار لانے کے لیے ولکانے کا عمل (Vulcanisation) انجام دیا جاتا ہے۔ اس عمل میں خام ربر کو سلفر اور مناسب جمعی (Additive) کے آمیزہ کے ساتھ 373 to 415 K درجۂ حرارت پر گرم کیا جاتا ہے۔ ولکانے پر سلفر، ڈبل بانڈ کے تعاملیتی مقامات پر کراس لنک بناتا ہے اور سخت ہو جاتی ہے۔

ٹائر ربر بنانے کے لیے 5% سلفر کا استعمال کراس لنکنگ ایجنٹ کے طور پر کیا جاتا ہے۔ ولکائی ہوئی ربر کے سالمات کی ممکنہ ساختوں کو ذیل میں دکھایا گیا ہے۔



2. تالیفی ربر (Synthetic rubbers)

تالیفی ربر کسی بھی ولکائی ہوئی ربر کی طرح پالیمر ہے جسے اس کی لمبائی کے دوگنے سائز تک کھینچا جاسکتا ہے۔ جیسے ہی کھنچاؤ کی قوت کو ہٹایا جاتا ہے تو یہ اپنی اصل شکل اور سائز حاصل کر لیتی ہے۔ اس طرح تالیفی ربر یا تو 3،1-بیوٹا ڈائی این کی ہوموپالیمر ہے یا 3،1-بیوٹا ڈائی این یا دیگر غیر سیر شدہ مونومر کے ساتھ اس کے مشتقوں کی ہم پالیمر ہے۔

تالیفی ربر کی تیاری (Preparation of Synthetic Rubbers)

1. نیوپرین (Neoprene)

نیوپرین یا پالی کلوروپرین کو کلوروپرین کے آزاد ریڈیکل پالیمر سازی کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔

$$n\,CH_2{=}\underset{|}{\overset{Cl}{C}}{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow{\text{Polymerisation}} \left[CH_2{-}\overset{Cl}{\underset{}{C}}{=}CH{-}CH_2 \right]_n$$

کلوروپرین (2-کلورو-3،1-بیوٹاڈائی این) ⟶ نیوپرین

یہ نباتاتی اور معدنی تیلوں کے تئیں بہت زیادہ مزاحم ہے اس کا استعمال کنویئر بیلٹ، گیس کٹ اور ہوز (Hoses) بنانے میں کیا جاتا ہے۔

2. بیونا N (Buna-N)

آپ سیکشن 15.1.3 میں Buna-S کے بارے میں پہلے ہی پڑھ چکے ہیں۔ Buna-N کو بنانے کے لیے پر آکسائڈ وسیط کی موجودگی میں 3،1-بیوٹا ڈائی این اور ایکریلو نائٹرائل کی ہم پالیمر سازی کی جاتی ہے۔

$$n\,CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + n\,CH_2{=}\overset{CN}{CH} \xrightarrow{\text{Copolymerisation}} \left[CH_2{-}CH{=}CH{-}CH_2{-}CH_2{-}\overset{CN}{CH} \right]_n$$

3،1-بیوٹاڈائی این + ایکریلونائٹرائل ⟶ بیونا-N

اس پر پیٹرول، مدھن تیل اور نامیاتی محللوں کا کوئی اثر نہیں ہوتا۔ اس کا استعمال آیل سیل (Oil seals)، ٹینکوں کے استر بنانے میں کیا جاتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

15.4 بیونا-N اور بیونا-S کے درمیان فرق کی تشریح کیجیے۔

15.5 مندرجہ ذیل پالیمر کو ان کی بین سالماتی قوتوں کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے۔

نائلون 6،6، بیونا-S، پالیتھین

15.3 پالیمر کی سالماتی کمیت (Molecular Mass of Polymers)

پالیمر کی خصوصیات کا تعلق ان کی سالماتی کمیت، سائز اور ساخت سے ہوتا ہے۔ پالیمر کی تالیف کے دوران پالیمر زنجیر کی نمو کا انحصار تعامل آمیزہ میں مونومر کی دستیابی پر ہوتا ہے۔ اس طرح پالیمر سیمپل متنوع لمبائی کی زنجیر پر مشتمل ہوتا ہے، اسی لیے اس کی سالماتی کمیت کو بطور اوسط ظاہر کیا جاتا ہے۔ پالیمر کی سالماتی کمیت کا تعین کیمیائی اور طبیعی طریقوں کے ذریعہ کیا جاسکتا ہے۔

15.4 حیاتیاتی تنزل پذیر پالیمر (Biodegradable Polymers)

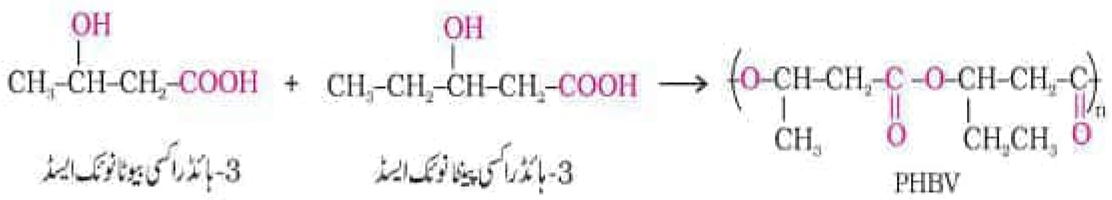
پالیمر کی بہت بڑی تعداد ماحولیاتی تنزلی عملوں (Environmental degradation processes) کے تئیں بہت زیادہ مزاحم ہے اور اس طرح یہ پالیمرک ٹھوس فضلاتی مادوں کے طور پر جمع ہوجاتی ہیں۔ یہ ٹھوس فضلہ ماحولیاتی مسائل پیدا کرتا ہے اور کافی عرصہ تک بنا تحلیل ہوئے اپنی اصل حالت میں بنا رہتا ہے۔ پالیمر کے ٹھوس فضلات کی وجہ سے پیدا ہونے والے مسئلوں کے تئیں عمومی بیداری اور تشویش کے مدنظر مخصوص قسم کے حیاتیاتی طور پر تنزل پذیر نئے تالیفی پالیمر کو ڈیزائن کیا گیا اور فروغ دیا گیا۔ ان پالیمر کے فنکشنل گروپ بایو پالیمر میں موجود فنکشنل گروپ کی طرح ہی ہوتے ہیں۔

ایلیفیٹک پالیسٹر حیاتیاتی طور پر تنزل پذیر پالیمر کے اہم زمرہ سے تعلق رکھتے ہیں۔ کچھ اہم مثالیں ذیل میں دی گئی ہیں:

1. پالی β-ہائڈراکسی بیوٹا ئریٹ - کو - β-ہائڈراکسی ویلیریٹ

(Poly β-hydroxybutyrate – co-β-hydroxy valerate (PHBV))

اسے 3-ہائڈراکسی بیوٹانوئک ایسڈ اور 3-ہائڈراکسی پینٹانوئک ایسڈ کی ہم پالیمر سازی کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔ PHBV کا استعمال مخصوص پیکنگ، آرتھوپیڈک آلات اور Controlled release of drugs میں کیا جاتا ہے۔ PHBV ماحول میں بیکٹریا کے ذریعہ تحلیل ہوجاتے ہیں۔



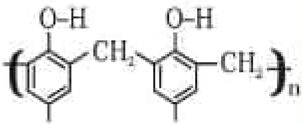
2. نائلون 2– نائلون 6 (Nylon 2-nylon 6)

یہ گلائسین (H_2N-CH_2-COOH) اور امینو کیپرونک ایسڈ $[H_2N\ (CH_2)_5\ COOH]$ کا متبادل پالی ایمائڈ ہم پالیمر ہے اور یہ حیاتیاتی طور پر تنزل پذیر ہے۔ کیا آپ اس ہم پالیمر کی ساخت لکھ سکتے ہیں؟

15.5 تجارتی اہمیت کے حامل پالیمر (Polymers of Commercial Importance)

جن پالیمر سے پہلے ہی بحث کی جا چکی ہے، ان کے علاوہ تجارتی اعتبار سے اہم کچھ اور پالیمر اور ان کی ساختیں نیز ان کے استعمال جدول 15.1 میں دیے گئے ہیں۔

جدول 15.1 تجارتی اہمیت کے حامل کچھ اور پالیمر

پالیمر کا نام	مونومر	ساخت	استعمال
پالی پروپین	پروپین	$\left(CH_2-\underset{\displaystyle |}{\overset{CH_3}{CH}} \right)_n$	رسیاں، کھلونے، پائپ، ریشے وغیرہ بنانے میں
پالی اسٹائرین	اسٹائرین	$\left(CH_2-\overset{C_6H_5}{CH} \right)_n$	بطور حاجز، لپیٹنے والے مادے کے طور پر، کھلونے، ریڈیو اور ٹیلی ویژن کیبینیٹ بنانے میں
پالی ونائل کلورائڈ (PVC)	ونائل کلورائڈ	$\left(CH_2-\overset{Cl}{CH} \right)_n$	رین کوٹ، دستی بیگ، ونائل فلورنگ، پانی کے پائپ بنانے میں
یوریا فارمل ڈیہائڈ ریزن	(a) یوریا (b) فارمل ڈیہائڈ	$\left(NH-CO-NH-CH_2 \right)_n$	نہ ٹوٹنے والے کپ اور لیمینیٹڈ شیٹ بنانے میں
گلپٹل (Glyptal)	(a) ایتھلین گلائکول (b) پی اتھیلک ایسڈ		روغن اور lacquers بنانے میں
بیکلائٹ	(a) فینال (b) فارمل ڈیہائڈ		بجلی کے سوئچ، کنگھے، برتنوں کے ہینڈل اور کمپیوٹر ڈسک بنانے میں

خلاصہ

پالیمر کی تعریف بہت زیادہ سالماتی کمیت والے **کلاں سالمات** (Macromolecules) کے طور پر بیان کی جاتی ہے۔ یہ سالمات نظیری **مونومر** سے حاصل شدہ دہرائی جانے والی ساختی اکائیوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ ان پالیمر کا ماخذ قدرتی یا تالیفی ہوسکتا ہے ان کی درجہ بندی کئی طریقوں سے کی جاتی ہے۔

ایک نامیاتی پر آکسائڈ ابتدا کار کی موجودگی میں الکین (Alkenes) اور ان کے مشتقوں کی **آزاد ریڈیکل میکانزم** کے ذریعہ **جمع پالیمر سازی یا زنجیر نمو پالیمر سازی** ہوتی ہے۔ پالیتھین، ٹیفلون، اورلون (Orlon) وغیرہ کو کسی مناسب الکین یا اس کے مشتق کی جمع پالیمر سازی کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔ **تکثیفی پالیمر سازی** تعاملات NH_2–، OH – اور COOH– گروپوں والے بائی۔ یا کثیر تفاعلی مونومر کے باہمی عمل کے ذریعہ انجام دیے جاتے ہیں۔ اس قسم کی پالیمر سازی H_2O، CH_3OH وغیرہ جیسے سادہ سالمات کے اخراج کے ساتھ انجام پذیر ہوتی ہے۔ فارمل ڈیہائڈ، فینال اور میلامائن کے ساتھ تعامل کرکے نظیری تکثیفی پالیمر ماحصلات بناتا ہے۔ تکثیفی پالیمر سازی کا عمل قدم بہ قدم آگے بڑھتا ہے اور اسے **مرحلہ نمو پالیمر سازی** بھی کہتے ہیں۔ نائلون، بیکلائٹ اور ڈیکران تکثیفی پالیمر کی اہم مثالیں ہیں۔ تاہم، دو غیر سیر شدہ مونومر کا آمیزہ **ہم پالیمر سازی** (Copolymerisation) کو ظاہر کرتا ہے اور ہر ایک مونومر کی صنعتی اکائیوں پر مشتمل ہم پالیمر (Co-polymer) کی تشکیل کرتا ہے۔ قدرتی ربر cis-1,4- پالی آئسو پرین ہے اور اسے سلفر کے ساتھ ولکا کر (Vulcanisation) زیادہ سخت بنایا جاسکتا ہے۔ تالیفی ربر کو عام طور سے الکین اور 1,3- بیوٹا ڈائی این مشتقوں کی ہم پالیمر سازی کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے۔ تالیفی پالیمر کے فضلات کے ماحولیاتی خطرات کے مدنظر متبادل کے طور پر **حیاتیاتی اعتبار سے تنزل پذیر پالیمر** تیار کیے گئے ہیں جیسے PHBV اور نائلون 2- نائلون-6-

مشق

15.1 پالیمر اور مونومر اصطلاحات کی تشریح کیجیے۔

15.2 قدرتی اور تالیفی پالیمر کیا ہیں؟ ہر ایک کی دو دو مثالیں دیجیے۔

15.3 ہوموپالیمر اور کوپالیمر (Copolymer) کے درمیان فرق واضح کیجیے۔ ہر ایک کی ایک ایک مثال بھی دیجیے۔

15.4 آپ مونومر کی تفاعلیت کی تشریح کس طرح کریں گے؟

15.5 اصطلاح پالیمر سازی کی تعریف بیان کیجیے۔

15.6 کیا $(NH\text{-}CHR\text{-}CO)_n$ ایک ہوموپالیمر ہے یا کوپالیمر؟

15.7 سالماتی قوتوں کی بنیاد پر پالیمر کی درجہ بندی کن کن زمروں کے تحت کی جاتی ہے؟

15.8 آپ جمع اور تکثیف پالیمر سازی کے درمیان کس طرح فرق کریں گے؟

15.9 ہم پالیمر سازی (Copolymerisation) اصطلاح کی تشریح کیجیے اور دو مثالیں دیجیے۔

15.10 ایتھین کی پالیمر سازی کے لیے آزاد ریڈیکل میکانزم بیان کیجیے۔

15.11 تھرموپلاسٹک اور تھرموسیٹنگ پالیمر کی تعریف بیان کیجیے۔ ہر ایک کی دو دو مثالیں بھی دیجیے۔

15.12 مندرجہ ذیل پالیمر حاصل کرنے کے لیے استعمال میں آنے والے مونومر بتائیے۔

(i) پالی ونائل کلورائڈ (ii) ٹیفلون (iii) بیکلائٹ

15.13 آزاد ریڈیکل جمع پالیمر سازی میں استعمال ہونے والے کسی ایک عام ابتداکار کا نام اور ساخت لکھیے۔

15.14 ربر کے سالمہ میں ڈبل بانڈ کی موجودگی اس کی ساخت اور تعاملیت کو کس طرح متاثر کرتی ہے؟

15.15 ربر کو ولکانے کا اہم مقصد بیان کیجیے۔

15.16 نائلون 6 اور نائلون-6،6 کی دوہرائی جانے والی اکائیاں کیا کیا ہیں؟

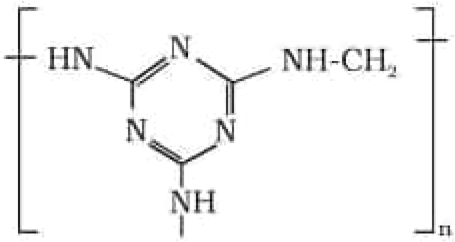
15.17 مندرجہ ذیل پالیمر کے مونومر کی ساختیں اور نام لکھیے:

(i) بیونا-S (ii) بیونا-N (iii) ڈیکران (iv) نیوپرین

15.18 مندرجہ ذیل پالیمرک ساخت میں مونومر کی شناخت کیجیے۔

(i) $$\left[\overset{O}{\overset{\|}{C}} - (CH_2)_8 - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - NH - (CH_2)_6 - NH \right]_n$$

(ii)



15.19 ایتھائلین گلائکول اور ٹیرفتھیلک ایسڈ سے ایتھائلین گلائکول کس طرح تیار کیا جاتا ہے؟

15.20 حیاتیاتی طور پر تنزل پذیر پالیمر کیا ہے؟ حیاتیاتی طور پر تنزل پذیر ایلیفیٹک پالی ایسٹر کی ایک مثال دیجیے۔

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات

15.1 پالیمر بہت زیادہ سالماتی کمیت والی اشیا ہیں جو دوہرائی جانے والی ساختی اکائیوں کی ایک بہت بڑی تعداد پر مشتمل ہوتے ہیں۔ انھیں کلاں سالمات (Macromolecule) بھی کہا جاتا ہے۔ پالیتھین، بیکلائٹ، ربر، نائلون 6،6 وغیرہ پالیمر کی کچھ مثالیں ہیں۔

15.2 (i) ہیکسا میتھائلین ڈائی امین اور ایڈیپک ایسڈ

(ii) کیپرولیکٹم (Caprolactum)

(iii) ٹیٹرافلوروایتھین (Tetrafluoroethene)

15.3 جمعی پالیمر : پالی ونائل کلورائڈ، پالیتھین

تکثیفی پالیمر : ٹیریلین، بیکلائٹ

15.4 بیونا-N، 1، 3- بیوٹا ڈائی این اور ایکرائلونائٹرائل کا ہم پالیمر ہے۔

بیونا-S، 1، 3- بیوٹا ڈائی این اور اسٹائرین کا ہم پالیمر ہے۔

15.5 بین سالماتی قوتوں کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں

بیونا-S، پالیتھین، نائلون 6،6

اکائی

16

روزمرہ زندگی میں کیمیا
(Chemistry in Everyday Life)

زندہ منظر نامہ سے مجرد خیال تک اور مجرد خیال سے عمل تک۔

وی۔آئی۔لینن

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- اصطلاح 'کیموتھیراپی' کی تشریح کر سکیں؛
- ڈرگس کی درجہ بندی کی بنیاد کا بیان کر سکیں؛
- انزائم اور ریسپٹر کے ڈرگ ٹارگیٹ باہمی عمل کی تشریح کر سکیں؛
- جسم میں ڈرگس کے طریقۂ کار کی تشریح کر سکیں؛
- مصنوعی Sweatening agents اور غذا کو محفوظ رکھنے والے ایجنٹ (Preservative) کے بارے میں جان سکیں؛
- Cleansing agents کی کیمیا سے بحث کر سکیں۔

اب تک آپ نے کیمیا کے بنیادی اصولوں کا مطالعہ کیا ہے اور اس حقیقت کو بھی تسلیم کیا کہ انسانی زندگی کا ہر گوشہ اس سے متاثر ہے۔ کیمیا کے اصولوں کا استعمال انسانی مفاد کے لیے کیا گیا ہے۔ ذرا صفائی ستھرائی پر غور کیجیے۔ صابن، ڈٹرجنٹ، گھروں میں استعمال ہونے والے بلیچ، ٹوتھ پیسٹ وغیرہ جیسی اشیا آپ کے ذہن میں آجاتی ہیں۔ خوبصورت کپڑوں کی طرف دیکھیے تو آپ کے ذہن میں فوراً کپڑا بنانے کے لیے تالیفی ریشوں کے کیمکلز اور انہیں رنگ عطا کرنے والے کیمکلز آجاتے ہیں۔ غذائی اشیا — ایک مرتبہ پھر ایسی متعدد کیمیاوی اشیا آپ کے ذہن میں ہوں گی جن کا مطالعہ آپ گذشتہ اکائی میں کر چکے ہیں۔ بلاشک وشبہ عوارض اور امراض ادویہ کی طرف ہماری توجہ مبذول کراتے ہیں یہ ادویہ بھی کیمیائی اشیا ہیں دھماکہ خیز اشیا ایندھن، راکٹ پروپیلنٹ، عمارتی اور الیکٹرانک اشیا وغیرہ یہ بھی کیمکلز ہیں۔ کیمیا کا ہماری زندگی میں اتنا عمل دخل ہے کہ ہر لمحہ جن کیمکل سے ہمارا واسطہ پڑتا ہے ہم انھیں بھی نہیں سمجھ پاتے۔ ہم خود ایک خوبصورت کیمیائی شاہکار ہیں اور ہماری تمام سرگرمیاں کیمکلز کے ذریعہ ہی کنٹرول کی جاتی ہیں۔ اس اکائی میں ہم تین اہم اور دلچسپ شعبوں میں کیمیا کے اطلاق کا مطالعہ کریں گے۔ جن کے نام ہیں: ادویہ، غذائی اشیا اور صفائی میں استعمال ہونے والے ایجنٹ۔

16.1 ڈرگس اور ان کی درجہ بندی (Drugs and their Classification)

ڈرگس (Drugs) کم سالماتی کمیت (~100 – 500 u) والی کیمیائی اشیا ہیں۔ یہ کلاں سالماتی ہدف کے ساتھ باہمی عمل کرتی ہیں اور حیاتیاتی ردعمل کی تشکیل کرتی ہیں۔ جب حیاتیاتی ردعمل معالجاتی (Therapeutic) اور مفید ہوتا ہے تو یہ کیمیائی اشیا ادویہ (Medicines) کہلاتی ہیں اور امراض کی

تشخیص، روک تھام اور علاج میں استعمال کی جاتی ہیں۔ مجوزہ مقدار سے زیادہ دواؤں کے طور پر لی گئی اکثر ڈرگس بالقوۃ طور پر زہریلی ہوتی ہیں۔ معالجہ کے لیے کیمیا دواؤں کا استعمال کیموتھیریپی **(chemotherapy)** کہلاتا ہے۔

16.1.1 ڈرگس کی درجہ بندی (Classification of Drugs)

ڈرگس کی درجہ بندی مندرجہ ذیل بنیاد پر کی جاتی ہے:

(a) فارماکولوجیکل اثر کی بنیاد پر (On the basis of pharmacological effect)

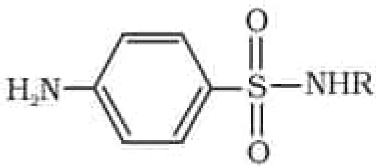
یہ درجہ بندی ڈرگس کے فارماکولوجیکل اثر پر مبنی ہے۔ یہ ڈاکٹر حضرات کے لیے بہت مفید ہے کیونکہ اس سے انہیں کسی مخصوص مسئلہ کے علاج کے لیے ڈرگس کی مکمل رینج دستیاب ہو جاتی ہے۔ مثال کے طور پر انالجیسک (Analgesics) درد کو دور کرنے میں موثر ہیں اور اینٹی سیپٹک خرد عضویوں کی نمو کو ختم یا کم کر دیتی ہیں۔

(b) ڈرگ ایکشن کی بنیاد پر (On the basis of drug action)

یہ درجہ بندی کسی مخصوص حیاتیاتی کیمیائی عمل پر ہونے والے ڈرگس کے اثر پر مبنی ہے۔ مثال کے طور پر تمام اینٹی ہسٹامائن ڈرگس ہسٹامائن مرکبات کے اثر کو زائل کرتی ہیں۔ یہ مرکبات جسم میں سوزش پیدا کرتے ہیں۔ ایسے بہت سے طریقے ہیں جن کے ذریعہ ہسٹامائن کے ایکشن کو روکا جاسکتا ہے۔ آپ اس کا مطالعہ سیکشن 16.3.2 میں کریں گے۔

(c) کیمیائی ساخت کی بنیاد پر (On the basis of chemical structure)

یہ ڈرگس کی کیمیائی ساخت پر مبنی ہے۔ اس طریقے سے جن ڈرگس کی درجہ بندی کی جاتی ہیں ان کی ساختی خصوصیات مشترک ہوتی ہیں اور ان کی فارماکولوجیکل سرگرمی بھی یکساں ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر سلفونیمائڈ (Sulphonamides) کی ساختی خصوصیات یکساں ہوتی ہیں جیسا کہ ذیل میں دیا گیا ہے۔



سلفونیمائڈ کی ساختی خصوصیات

(d) سالمات اہداف کی بنیاد پر (On the basis of molecular targets)

ڈرگس عام طور سے کاربوہائیڈریٹ، لپڈ، پروٹین اور نیوکلک ایسڈ جیسے حیاتیاتی سالمات کے ساتھ باہمی عمل کرتی ہیں۔ یہ سالمات ہدف سالمات یا ڈرگ ٹارگیٹ کہلاتے ہیں۔ اہداف پر، مشترک ساختی خصوصیات والی ڈرگس کے ایکشن کا میکانزم یکساں ہوتا ہے۔ سالماتی اہداف پر مبنی درجہ بندی ادویاتی کیمیا دانوں (Medicinal chemists) کے لیے سب سے زیادہ مفید ہے۔

16.2 ڈرگ ٹارگیٹ باہمی عمل (Drug-Target Interaction)

حیاتیاتی نژادکلاں سالمات جسم میں متعدد افعال انجام دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر وہ پروٹین جو جسم میں حیاتیاتی وسیط کا کردار ادا کرتی ہیں انزائم (Enzyme) کہلاتی ہیں اور جو جسم میں ترسیلی نظام میں مدد کرتی ہیں ریسیپٹرس (Receptors) کہلاتی ہیں۔ حمال پروٹین قطبی سالمات کو خلوی جھلی کے آر پار لے جاتی ہیں۔ نیوکلک ایسڈوں میں

خلیہ کے لیے کوڈ شدہ جینیٹک اطلاعات ہوتی ہیں۔ لپڈ اور کاربوہائیڈریٹ خلوی جھلی کے ساختی حصے ہیں۔ ہم ڈرگ ٹارگیٹ باہمی عمل کو انزائم اور رسیپٹرس کی مثالوں کے ساتھ واضح کریں گے۔

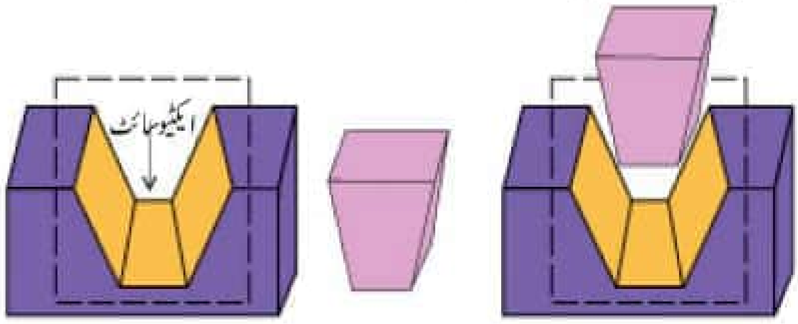
16.2.1 انزائم بطور ڈرگ ٹارگیٹ (Enzymes as Drug Targets)

(a) انزائموں کا وسیطی عمل (Catalytic action of enzymes)

ڈرگ اور انزائم کے درمیان باہمی عمل کو سمجھنے کے لیے یہ جاننا ضروری ہے کہ انزائم تعاملات کو کس طرح کیٹلائز کرتے ہیں (سیکشن 5.2.4)۔ اپنی وسیطی سرگرمی میں انزائم دو اہم افعال انجام دیتے ہیں:

(i) انزائم کا سب سے پہلا کام ہے تعامل کے لیے سبسٹریٹ کو پکڑ کر رکھنا۔ انزائموں کی ایکٹوسائٹ (Active sites) سبسٹریٹ سالمات کو مناسب مقامات پر پکڑ کر رکھتی ہیں تاکہ ریجنٹ کے ذریعہ اس پر مؤثر طور سے حملہ کیا جاسکے۔

سبسٹریٹ انزائم کی ایکٹیوسائٹ سے جیسے آئنی بندش، ہائڈروجن بندش، وانڈروال قوتوں جیسے مختلف باہمی عملوں کے ذریعہ منسلک ہوتے ہیں (شکل 16.1)۔



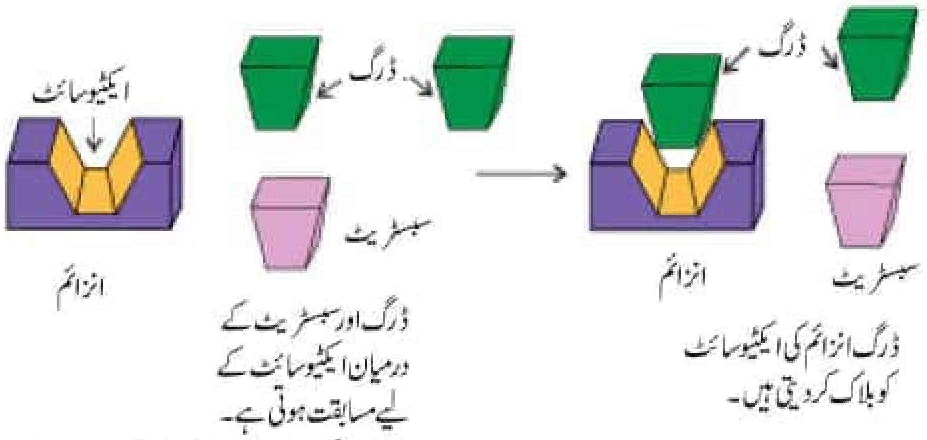
شکل 16.1 (a) انزائم کی ایکٹو ساخت (b) سبسٹریٹ (c) انزائم کی ایکٹو ساخت پر مقید سبسٹریٹ

(ii) انزائم کا دوسرا کام تفاعلی گروپ دستیاب کرانا ہے جو سبسٹریٹ پر حملہ آور ہوکر کیمیائی تعامل کو انجام دیتا ہے۔

(b) ڈرگ–انزائم باہمی عمل (Drug-enzyme interaction)

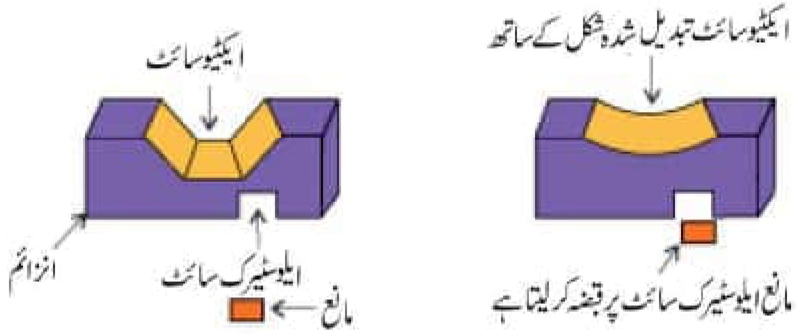
ڈرگس، انزائموں کی مذکورہ بالا سرگرمیوں کو روک دیتی ہیں۔ یہ انزائم کی بندشی سائٹ کو بلاک کرسکتی ہیں اور سبسٹریٹ کی بندش کو روک دیتی ہیں یا انزائم کی وسیطی سرگرمی کو روک دیتی ہیں۔ اس قسم کی ڈرگس انزائم مانع (Enzyme inhibitors) کہلاتی ہیں۔ ڈرگس، انزائم کی ایکٹیوسائٹ سے سبسٹریٹ کے انسلاک کو دو مختلف طریقوں سے روکتی ہیں۔

(i) ڈرگس، انزائموں کی ایکٹیوسائٹ سے منسلک ہونے کے لیے قدرتی سبسٹریٹ سے مسابقت کرتی ہیں۔ اس قسم کی ڈرگس مسابقتی موانع (Competitive inhibitors) کہلاتی ہیں (شکل 16.2)۔



شکل 16.2 ڈرگ اور سبسٹریٹ کے درمیان ایکٹیو سائٹ کے لیے مسابقت ہوتی ہے۔

(ii) کچھ ڈرگس انزائموں کی ایکٹیوسائٹ کے ساتھ بندش نہیں کرتیں۔ یہ انزائم کی مختلف سائٹ کے ساتھ بندش کرتی ہیں جسے **ایلوسٹیرک سائٹ** (Allosteric site) کہتے ہیں۔ ایلوسٹیرک سائٹ سے Inhibitor کی یہ بندش ایکٹیوسائٹ کی شکل کو اس انداز میں تبدیل کردیتی ہے کہ سبسٹریٹ کو اس کی شناخت نہیں ہو پاتی۔

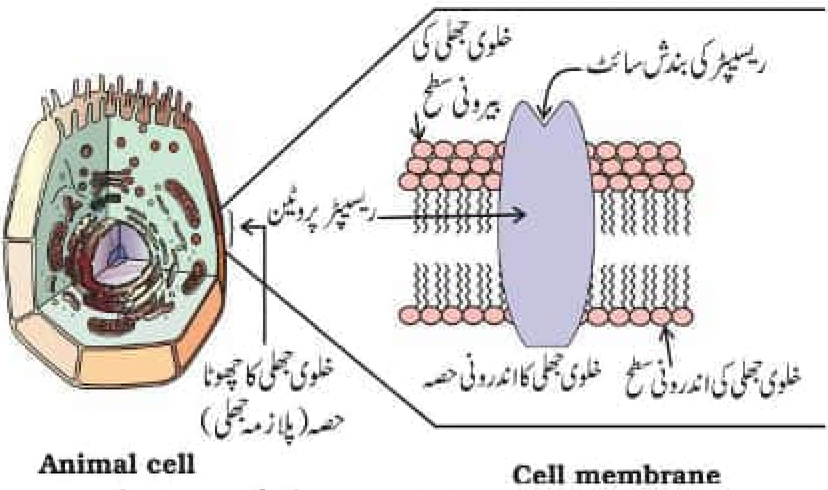


شکل 16.3: غیر مسابقتی Inhibitor ایلوسٹیرک سائٹ سے بندش کے بعد انزائم کی ایکٹیو سائٹ کو تبدیل کردیتے ہیں۔

اگر انزائم اور Inhibitor کے درمیان بننے والا بانڈ مضبوط شریک گرفت بانڈ ہے اور اسے آسانی سے توڑا نہیں جاسکتا ہے تو انزائم مستقل طور سے بلاک ہو جاتا ہے۔ اس طرح جسم انزائم-کمپلیکس کو متنزل کردیتی ہے اور نئے انزائم کی تالیف کرتی ہے۔

16.2.2 ریسپٹرس بطور ڈرگ اہداف (Receptors as Drug Targets)

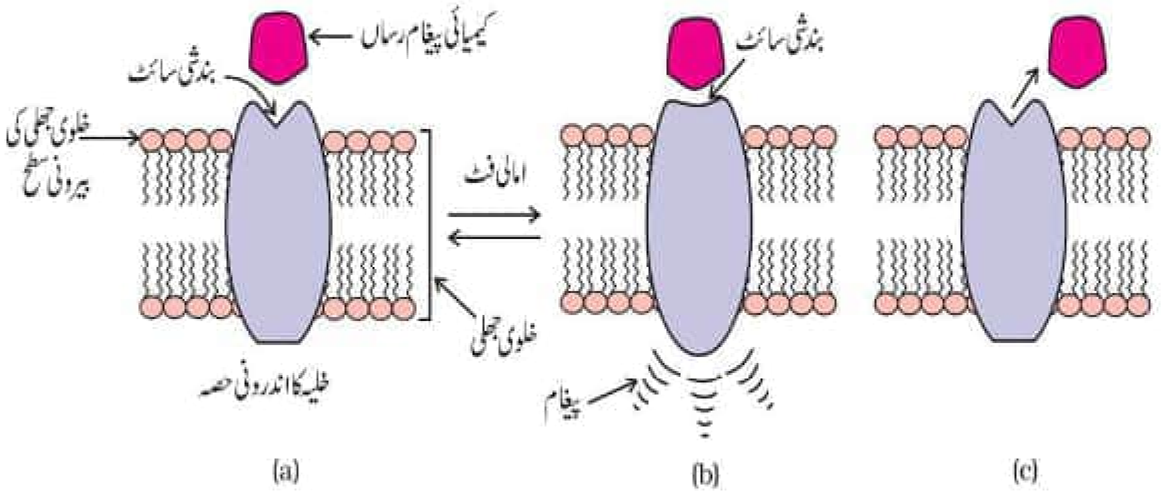
ریسپٹرس وہ پروٹین ہیں جو جسم کے ترسیلی عمل کے لیے نہایت اہم ہیں۔ ان میں سے زیادہ تر خلوی جھلی میں دھنسی رہتی ہیں (شکل 16.4) ریسپٹرس پروٹین خلوی جھلی میں اس طرح دھنسی رہتی ہیں کہ ان کی ایکٹیوسائٹ والا چھوٹا سا حصہ جھلی کی سطح سے باہر نکلا رہتا ہے اور خلوی جھلی کے بیرونی حصہ کی طرف کھلا رہتا ہے۔



شکل 16.4 ریسپٹر پروٹین خلوی جھلی میں دھنسی رہتی ہیں، ریسپٹر کی ایکٹیو سائٹ خلیہ کے بیرونی حصے کی طرف کھلی رہتی ہے۔

جسم میں، دو نیوران نیز نیوران اور عضلات کے مابین پیغام رسانی کا عمل مخصوص کیمیائی اشیا کے ذریعہ انجام دیا جاتا ہے۔ یہ کیمیائی اشیا کیمیائی پیغام رساں (Chemical messengers) کہلاتی ہیں۔ انہیں ریسپٹر پروٹین

کی بندشی سائٹ پر موصول کیا جاتا ہے۔ پیغام رساں کو Accommodate کرنے کے لیے ریسیپٹر کی بندشی سائٹ کی شکل تبدیل ہو جاتی ہے۔اس سے پیغام خلیہ میں منتقل ہو جاتا ہے۔اس طرح کیمیائی پیغام رساں خلیہ میں داخل ہوئے بغیر خلیہ کو پیغام پہنچا دیتے ہیں (شکل 16.5)۔



شکل 16.5 : (a) ریسیپٹر کیمیائی پیغام رساں کو موصول کرتے ہوئے
(b) پیغام رساں سے منسلک ہونے کے بعد ریسیپٹر کی شکل میں تبدیلی
(c) کیمیائی پیغام رساں کے ہٹنے کے بعد ریسیپٹر اپنی پہلی شکل حاصل کر لیتا ہے۔

جسم میں مختلف ریسیپٹر کی بہت بڑی تعداد موجود ہوتی ہے یہ مختلف کیمیائی پیغام رساں کے ساتھ باہمی عمل کرتے ہیں۔ یہ ریسیپٹر ایک کیمیائی پیغام رساں کے ساتھ دوسرے کے مقابلے انتخابیت کو ظاہر کرتے ہیں کیونکہ ان کے بندشی مقامات (Binding sites) کی شکل، ساخت اور امینوایسڈ کی ترکیب مختلف ہوتی ہے۔

وہ ڈرگس جو ریسیپٹر سائٹ کے ساتھ بندش کرتی ہیں اور اس کے قدرتی فعل کو روک دیتی ہیں۔ **اینٹاگونسٹس** (Antagonists) کہلاتی ہیں۔ یہ اس وقت مفید ثابت ہوتی ہیں جب پیغام کو بلاک کرنے کی ضرورت پیش آتی ہے اور بھی کئی قسم کی ڈرگ ہیں جو ریسیپٹر کا سوئچ آن کر کے قدرتی پیغام رساں کی نقل کر لیتی ہیں، انہیں **ایگونسٹس** (Agonists) کہا جاتا ہے۔ یہ اس وقت مفید ثابت ہوتی ہیں جب قدرتی کیمیائی پیغام رساں کا فقدان ہوتا ہے۔

16.3 ڈرگس کے مختلف زمروں کا معالجاتی اثر (Therapeutic Action of Different Classes of Drugs)

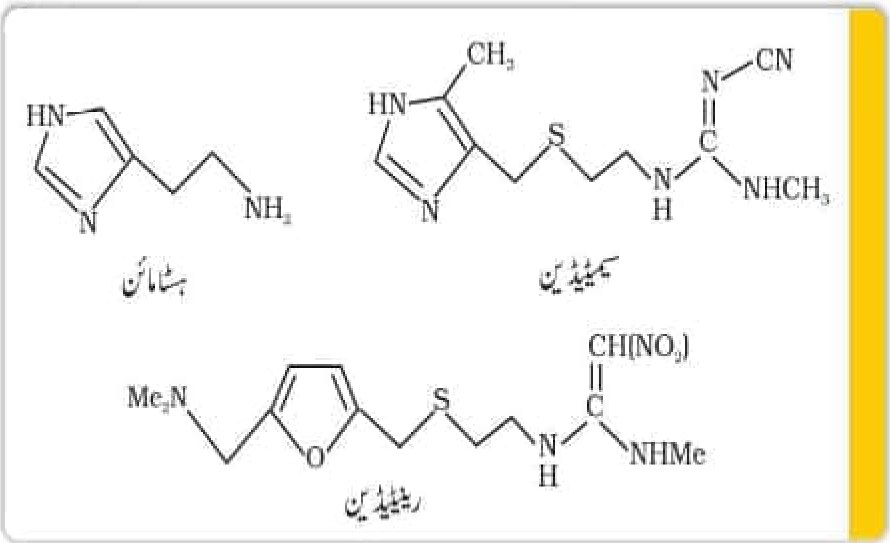
اس سیکشن میں ہم ڈرگس کے مختلف زمروں کے معالجاتی اثر پر بحث کریں گے۔

16.3.1 اینٹاسڈ (Antacids)

معدہ میں تیزاب کی زیادتی کی وجہ سے درد اور جلن ہونے لگتی ہے۔ انتہائی معاملوں میں معدہ میں السر پیدا ہو جاتے ہیں۔ 1970 تک تیزابیت کا واحد علاج سوڈیم ہائڈروجن کاربونیٹ یا ایلیومینیم اور میگنیشیم ہائڈرا کسائڈ کا آمیزہ جیسے اینٹاسڈ تھے۔ تاہم ہائڈروجن کاربونیٹ کی زیادہ مقدار کی وجہ سے یہ معدہ قلوی ہو جاتا ہے اور معدہ کو مزید تیزاب پیدا کرنے کے لیے اکساتے ہیں۔ دھاتی آکسائڈ بہتر متبادل ہیں کیونکہ یہ حل پذیر نہ ہونے کی وجہ سے تعدیلیت سے اوپر pH میں اضافہ نہیں کرتے۔ یہ علاج صرف علامات کو کنٹرول کرتا ہے اس کے سبب کا خاتمہ نہیں کرتا۔ لہٰذا ان

دھاتی نمکوں کے ساتھ مریض کا علاج آسانی سے نہیں کیا جا سکتا۔ آخری اسٹیج میں السر زندگی کے لیے خطرہ بن جاتے ہیں اور اس کا علاج یہ ہوتا ہے کہ معدہ کے متاثرہ حصہ کو علاحدہ کرنا پڑتا ہے۔

تیزابیت کی زیادتی کے علاج میں ایک بڑی کامیابی اس وقت ملی جب اس بات کی کھوج ہوئی کہ ہسٹامائن (Histamine) معدہ میں پیپسن اور ہائڈروکلورک ایسڈ کے افراز کو تحریک دیتے ہیں۔ سیمٹیڈین (Cimatidine) ڈرگ کو معدہ کی دیوار میں موجود ریسپٹر کے ساتھ ہسٹامائن کے باہمی عمل کو روکنے کے لیے ڈیزائن کیا گیا۔ اس کے نتیجے میں بہت کم تیزاب پیدا ہوتا ہے۔ ڈرگ کی اہمیت اتنی زیادہ تھی کہ رینیٹیڈین (Ranitidine) (Zantac) کی کھوج ہونے تک یہ دنیا میں سب سے زیادہ فروخت کی جانے والی ڈرگ تھی۔

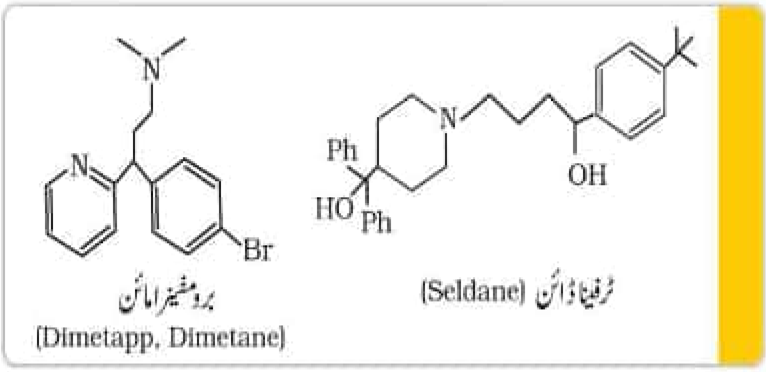


16.3.2 اینٹی ہسٹامائن (Antihistamines)

ہسٹامائن ایک Vasodilator ہے۔ اس کے کئی افعال ہیں یہ برانکی (Bronchi) اور gut میں ہموار عضلات کو سکوڑ دیتا ہے اور دوسرے عضلات کو پھیلا دیتا ہے بالکل اسی انداز میں جیسا کہ خون کی نالیوں میں ہوتا ہے۔ ہسٹامائن نزلہ، زکام کے دوران ناک بند ہونے کے لیے بھی ذمہ دار ہے اور زیرہ دانوں (Pollen) کے تئیں الرجی پیدا کرتا ہے۔

تالیفی ڈرگ بروم فینیر امائن (Brompheniramine)(Dimetapp) اور ٹرفیناڈائن (Terfenadine) (Seldane) اینٹی ہسٹامائن کے طور پر کام کرتی ہیں۔ یہ ریسپٹر کے ان بندشی مقامات، جہاں ہسٹامائن اپنا اثر رکھتے ہیں، کے لیے ہسٹامائن کے ساتھ مسابقت کے ذریعہ ہسٹامائن کے قدرتی عمل میں خلل پیدا کرتی ہیں۔

اب سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ ''مذکورہ بالا اینٹی ہسٹامائن معدہ میں تیزاب کے افراز کو متاثر کیوں نہیں کرتیں؟'' وجہ یہ ہے کہ اینٹی الرجک اور اینٹاسڈ ڈرگ مختلف ریسپٹر پر کام کرتی ہیں۔

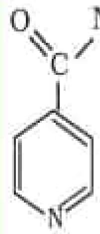


16.3.3 عصبی اعتبار سے سرگرم ڈرگس (Neurologically Active Drugs)

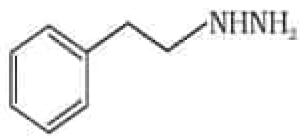
(a) ٹرانکیولائزر (Tranquilizers)

ٹرانکیولائزر اور انالجیسک (Analgesics) عصبی اعتبار سے سرگرم ڈرگس ہیں۔ یہ عصب سے ریسپیٹر میں پیغام کی منتقلی کو متاثر کرتی ہیں۔

ٹرانکیولائزر کیمیائی مرکبات کا زمرہ ہیں جن کا استعمال ذہنی الجھن اور معتدل یا شدید دماغی بیماریوں کے علاج میں کیا جاتا ہے۔ یہ آسودگی کے احساس کے ذریعہ الجھن، ذہنی دباؤ، چڑچڑاپن یا جوش وخروش کی زیادتی کو روکتی ہیں۔ نیند کی گولیوں کا لازمی جزو ہیں۔ ٹرانکیولائزر کی کئی قسمیں ہیں۔ یہ مختلف میکانزم کے تحت کام کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر نوراڈرینالین (Noradrenaline) ان نیوروٹرانسمیٹر (Neurotransmitter) میں سے ہے جو مزاج کو تبدیل کرنے میں اہم رول ادا کرتے ہیں۔ اگر نوراڈرینالین کا لیول کسی وجہ سے کم ہو جاتا ہے تو سگنل بھیجنے کا عمل سست ہو جاتا ہے اور فرد مایوسی کا شکار ہو جاتا ہے۔ ان حالات میں اینٹی ڈیپریسینٹ (Antidepressant) ڈرگ کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ ڈرگ ان انزائموں کو روک دیتی ہیں جو نوراڈرینالین کی تنزلی کو کیٹلائز کرتے ہیں۔ اگر انزائم کو روک دیا جاتا ہے تو اس اہم نیوروٹرانسمیٹر کا آہستہ آہستہ تحول ہوتا ہے اور یہ اپنے ریسپیٹر کو زیادہ وقت کے لیے ایکٹیویٹ کرسکتا ہے اور اس طرح مایوسی کا اثر زائل ہو جاتا ہے۔ Iproniazid اور Phenelzine اس قسم کی دو ڈرگس ہیں۔

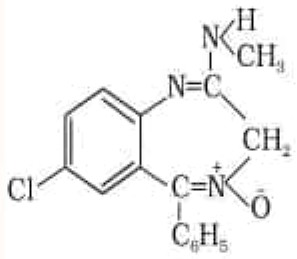


آئپرونیازڈ

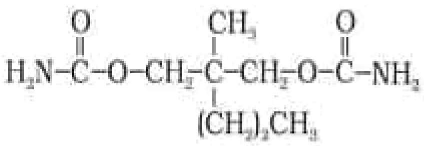


فینیلزائن (Nardil)

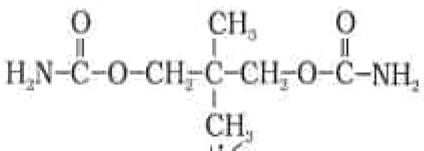
کلوروڈائی ایزیپوکسائڈ (Chlordiazepoxide) اور میپروبیمیٹ (Meprobamate) جیسے کچھ ٹرانکیولائزر نسبتاً معتدل قسم کے ٹرانکیولائزر ہیں جو ذہنی تناؤ کو دور کرنے کے لیے موزوں ہیں۔ ایکیوانل (Equanil) کا استعمال مایوسی (Depression) اور ہائپرٹینشن پر قابو پانے میں کیا جاتا ہے۔



کلوروڈائی ایزیپوکسائڈ



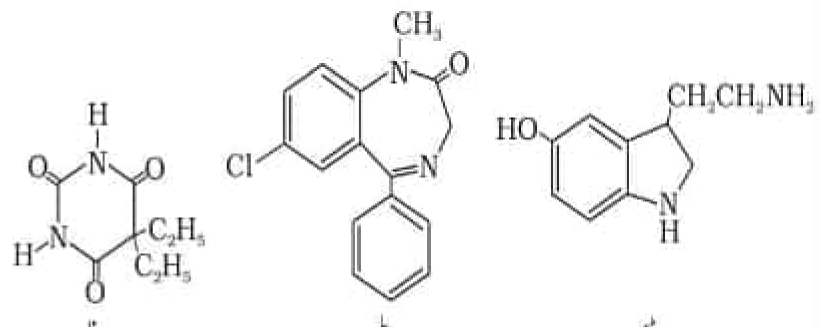
میپروبیمیٹ



ایکوینل

باربیٹیورک ایسڈ (Barbituric acid) کے مشتق جیسے کہ ویرونل (Veronal)، ایمائٹل (Amytal)، نیمبوٹل (Nembutal)، لیومنل (Luminal) اور سیکونل (Seconal) ٹرانکیولائزر کے ایک اہم زمرہ کی تشکیل کرتے ہیں۔ یہ مشتق باربیٹیوریٹس (Barbiturates) کہلاتے ہیں۔ باربیٹیوریٹس چونکہ اثر رکھتے ہیں یعنی منوم

ایجنٹ ہیں۔ ویلیم (Valium) اور سیروٹنن (Serotonin) ٹرانکیولائزر کے طور پر استعمال ہونے والی کچھ دیگر اشیا ہیں۔



(b) انالجیسکس (Analgesics)

اناالجیسکس (Analgesics) ہوش وحواس، ذہنی ابہام، عدم ارتباط میں کسی قسم کی خرابی یا فالج (Paralysis) یا عصبی نظام میں خلل کے بغیر ہی درد کو ختم یا کم کر دیتی ہیں۔ ان کی درجہ بندی مندرجہ ذیل کے مطابق کی گئی ہے:

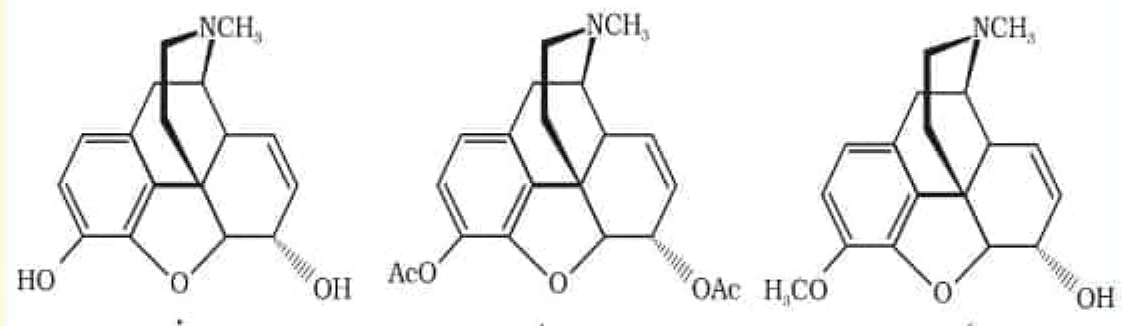
(i) غیر منشّی (غیر معدّی) اناالجیسکس (Non-narcotic (non-addictive) analgesics)

(ii) منشّی ڈرگس (Narcotic drugs)

(i) غیر منشّی (غیر معدّی) اناالجیسکس (Non-narcotic (non-addictive) analgesics): ایسپرین (Aspirin) اور پیراسیٹامول (Paracetamol) **غیر منشّی اناالجیسکس** کے زمرہ سے تعلق رکھتی ہیں۔ ایسپرین ایک جانی پہچانی مثال ہے۔ ایسپرین ان کیمیائی اشیا کی تالیف میں رکاوٹ پیدا کر دیتی ہے جنھیں پروسٹاگلینڈن (Prostaglandins) کہتے ہیں۔ یہ کیمیائی اشیا بافتوں میں جلن پیدا کرتے ہیں اور درد کا سبب بنتے ہیں۔ یہ ڈرگس ہڈیوں کے درد کو دور کرنے میں کافی مؤثر ہیں مثلاً جوڑوں کا درد (Arthritis)۔ یہ ڈرگس بخار کو کم کرتی ہیں (Antipyretic) اور پلٹلیٹ کی بستگی کو روکتی ہیں۔ ایسپرین چونکہ خون کے جمنے کو روکتی ہے لہٰذا اس کا استعمال دل کے دورہ کو روکنے میں کیا جاتا ہے۔

(ii) منشّی اناالجیسکس (Narcotic drugs): مارفین (Marphine) اور اس کے کئی ہم وصف (Homologues) کا استعمال جب دوا کے طور پر کیا جاتا ہے تو درد سے راحت ملتی ہے اور نیند آتی ہے۔ بہت زیادہ مقدار میں یہ کوما، مدھوشی، اعضا میں اینٹھن اور آخیر میں موت کا سبب بن جاتی ہے۔ مارفین منشیات بعض اوقات اوپی ایٹ (Opiate) بھی کہلاتی ہیں کیونکہ انھیں پوست کے پودوں (Opium poppy) سے تیار کیا جاتا ہے۔

اناالجیسکس ڈرگس کا استعمال خاص طور سے آپریشن کے بعد ہونے والے درد، قلبی درد اور ٹرمنل کینسر کے درد اور دردِ زہ سے چھٹکارا پانے کے لیے کیا جاتا ہے۔

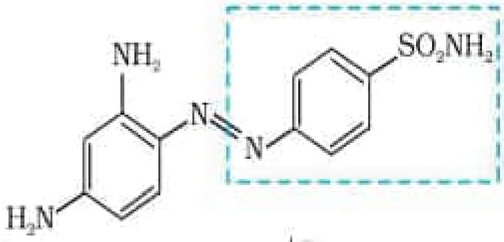


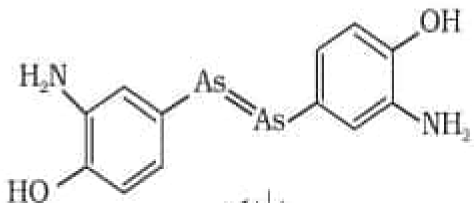
16.3.4 مانع جراثیم (Antimicrobials)

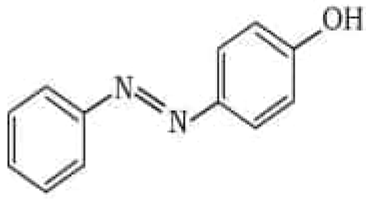
انسانوں اور جانوروں میں بیکٹیریا، وائرس، پھپھوند اور دیگر مرض آفریں خردعضویوں کے ذریعہ بیماریاں پیدا ہوسکتی ہیں۔ ایک مانع جراثیم (Antimicrobial) میں بیکٹیریا (Antibacterial drugs)، پھپھوند (Antifungal agents)، وائرس (Antiviral agents) جیسے خردعضویوں یا دیگر طفیلیوں (Antiparasitic drugs) کے مرض آفریں عمل کو انتخابی طور پر ختم کرنے/ روکنے کی صلاحیت ہوتی ہے۔ اینٹی بایوٹک، اینٹی سپٹک اور مانع تعدیہ (Disinfectants) مانع جراثیم ڈرگس ہیں۔

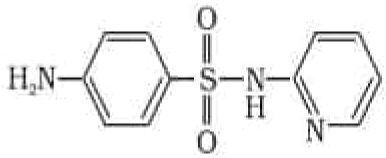
(a) اینٹی بایوٹک (Antibiotics)

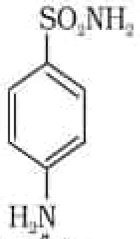
اینٹی بایوٹک کا استعمال ڈرگس کے طور پر تعدیہ کے علاج میں کیا جاتا ہے۔ کیونکہ یہ انسانوں اور جانوروں کے تئیں بہت کم سمی ہوتی ہیں۔ ابتدائی طور پر اینٹی بایوٹک کی درجہ بندی ایسی کیمیائی اشیا کے طور پر کی گئی تھی جو خردعضویوں (بیکٹیریا، پھپھوند اور مولڈ) کے ذریعہ پیدا ہوتے ہیں اور خردعضویوں کی نمو کو روک دیتے ہیں یا انہیں ختم کردیتے ہیں۔ تالیفی طریقوں کی مدد سے کچھ ایسے مرکبات کی تالیف میں مدد ملی جن کی کھوج ابتدائی طور پر خردعضویوں کے ماحصلات کے طور پر ہوئی کچھ خالص تالیفی مرکبات بھی ہیں جن میں بیکٹیریا مخالف سرگرمی موجود ہوتی ہے اور اس طرح اینٹی بایوٹک کی تعریف میں ترمیم کردی گئی۔ اب اینٹی بایوٹک ایسی اشیا ہیں جو مکمل یا جزوی طور پر کیمیائی تالیف کے ذریعہ تیار کی جاتی ہیں اور کم ارتکاز میں خردعضویوں کے تحولی عملوں میں خلل پیدا کرکے انہیں ختم کردیتی ہیں یا ان کی نمو کو روک دیتی ہیں۔ ایسی کیمیائی اشیا کی تلاش انیسویں صدی میں شروع ہوگئی تھی جو حملہ آور بیکٹیریا پر منفی اثرات مرتب کرتی ہوں لیکن میزبان خلیہ پر نہیں۔ ایک جرمن ماہر بیکٹیریا پال ایرلچ (Paul Ehrlich) نے اس تصور کو پیش کیا۔ انہوں نے سوزاک (Syphilis) کے علاج کے لیے کم سمی اشیا پیدا کرنے کی غرض سے آرسینک پر مبنی ساختوں کی تحقیق کی۔ انہوں نے آرسفینامائن (Arsphenamine) دوا تیار کی جسے سلوارسن (Salvarsan) کے نام سے جانا جاتا ہے۔ پال ایرلچ کو اس تحقیق کے لیے 1908 میں طب کے نوبل انعام سے نوازا گیا۔ حالانکہ سلوارسن انسانوں کے تئیں سمی ہے، لیکن اسپائروکیٹ (Spirochete) بیکٹیریا (جو سوزاک کے لیے ذمہ دار ہے) پر اس کا اثر انسانوں پر پڑنے والے اثر کے مقابلے کہیں زیادہ ہے۔ اسی دوران ایرلچ ایزوڈائز پر بھی کام کررہے تھے۔ انہوں نے دیکھا کہ سلوارسن اور ایزوڈائز کی ساختوں میں یکسانیت ہے۔ آرسفینامائن میں –AS = AS–


پرونٹوسل


سلوارسن


ایزوڈائی


سلفاپائریڈین


سلفانل ایمائڈ

بنڈش ایزوڈائز میں $-N=N-$ بنڈش کے مشابہ ہوتی ہے فرق اتنا ہے کہ نائٹروجن کی جگہ آرسینک ایٹم ہوتے ہیں۔ انہوں نے یہ بھی نوٹ کیا کہ بافت ڈائز کے ذریعہ انتخابی طور پر رنگ حاصل کرتے ہیں۔ لہٰذا ایرلچ نے ایسے مرکبات کی تلاش شروع کردی جن کی ساخت ایزوڈائز کے مشابہ ہو اور انتخابی طور پر بیکٹیریا کے ساتھ جڑ سکیں۔ 1932 میں انہیں پہلے مؤثر مانع بیکٹیریا ایجنٹ تیار کرنے میں کامیابی حاصل ہوگئی۔ یہ ایجنٹ **پرونٹوسل** (Prontosil) تھا جس کی ساخت سلوارسن کے مشابہ تھی۔ جلد ہی اس بات کی کھوج ہوگئی کہ جسم میں پرونٹوسل ایک مرکب میں تبدیل ہو جاتا ہے جسے **سلفانل ایمائڈ** (Sulphanilamide) کہتے ہیں جو کہ حقیقی سرگرم مرکب ہے۔ اس طرح سلفاڈرگس (Sulphadrugs) کی کھوج ہوئی۔ سلفونیمائڈ اینالوگ (Analogue) کی ایک وسیع رینج تالیف کی گئی۔ سلفاپائریڈین (Sulphapyridins) مؤثر ترین ڈرگس میں سے ایک ہے۔

سلفونیمائڈ کی کامیابی کے علاوہ اینٹی بیکٹیریل تھیراپی میں حقیقی انقلاب کی شروعات 1929 میں ہوئی جب الکزینڈر فلیمنگ نے پینسیلیم پھپھوند (Penicillium fungus) کی اینٹی بیکٹیریل خصوصیات کی کھوج کی۔ کلینکل ٹرائل کے لیے درکار مناسب مادہ جمع کرنے کے لیے سرگرم مرکب کی علاحدگی اور تخلیص میں تیرہ برس لگ گئے۔

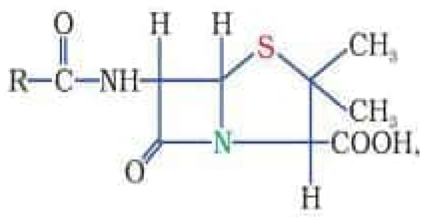
ایچ۔ڈبلیو۔ فلوری اور الکزینڈر فلیمنگ کو پینسلین کی تحقیق میں ان کے آزادانہ تعاون کے لیے 1945 میں مابین کے مشترکہ نوبل انعام سے نوازا گیا۔

اینٹی بایوٹک، جراثیموں کو یا تو ختم کردیتی ہیں (Cidal effect) یا انہیں ساکت کردیتی ہیں (Static effect)۔ دونوں قسم کی اینٹی بایوٹک کی کچھ مثالیں درج ذیل ہیں:

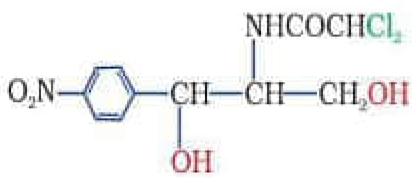
بیکٹیری سائڈل (Bactericidal)	**بیکٹیریو اسٹیٹک (Bacteriostatic)**
پینسلین (Penicillin)	اری تھرومائسین (Erythromycin)
امینوگلائکوسائڈس (Aminoglycosides)	ٹیٹرا سائیکلین (Tetracycline)
آفلوکسیسن (Ofloxacin)	کلوریمفینکال (Chloramphenicol)

ایسے بیکٹیریا یا دیگر خرد عضویوں کی رینج جو کہ مخصوص اینٹی بایوٹک کے ذریعہ متاثر ہوتے ہیں اس کے اسپیکٹرم آف ایکشن کے ذریعہ ظاہر کیے جاتے ہیں۔ وہ اینٹی بایوٹک جو گرام مثبت اور گرام منفی بیکٹیریا کی وسیع رینج کا خاتمہ کر دیتی ہیں یا ان کی نمو کو روک دیتی ہیں **وسیع اسپیکٹرم اینٹی بایوٹک** (Broad spectrum antibiotics) کہلاتی ہیں۔ وہ اینٹی بایوٹک جو خاص طور سے گرام مثبت یا گرام منفی بیکٹیریا کے خلاف کام کرتی ہیں **تنگ اسپیکٹرم اینٹی بایوٹک** (Narrow spectrum antibiotics) کہلاتی ہیں۔ اگر کسی واحد عضویہ یا بیماری کے خلاف مؤثر ہیں تو **محدود اسپیکٹرم اینٹی بایوٹک** (Limited spectrum) کہلاتی ہیں۔ پینسلین G ایک تنگ اسپیکٹرم ہے۔ ایمپسلین اور ایموکسی سلین (Amoxicillin) پینسلین کی تالیفی اصلاحات (Synthetic modifications) ہیں۔ یہ وسیع اسپیکٹرم اینٹی بایوٹک ہیں۔ کسی مریض کو پینسلین اینٹی بایوٹک دینے سے پہلے اس کے تئیں حساسیت (Allergy) کی جانچ نہایت ضروری ہے۔ ہندوستان میں پینسلین کو پمپری (Pimpri) میں ہندوستان اینٹی بایوٹکس اور پرائیوٹ سیکٹر انڈسٹری میں تیار کیا جاتا ہے۔

کلوریمفینکال (Chloramphenicol) کو 1947 میں علاحدہ کیا گیا تھا یہ ایک وسیع اسپیکٹرم اینٹی بایوٹک ہے۔ یہ گیسٹرو انٹیسٹائنل ٹریکٹ (Gastrointestinal tract) کے ذریعہ بہت تیزی سے جذب ہو جاتی ہے اسی لیے اسے ٹائفائڈ، پیچش، تیز بخار، پیشاب سے متعلق متعدد قسم کے تعدیوں، دماغی بخار (Meningitis) اور نمونیا جیسی بیماریوں کے علاج میں مریض کو کھلایا جاتا ہے۔ وینکو مائسین (Vancomycin) اور آفلوکیسن (Afloxacin) دیگر وسیع اسپیکٹرم اینٹی بایوٹک ہیں۔ ڈس آئڈ ازرائن (Dysidazirine) اینٹی بایوٹک کینسر خلیوں کے مخصوص اسٹرین کے تئیں (Strain) سمیت ظاہر کرتی ہے۔



پینسلین کی عمومی ساخت

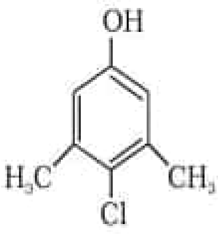


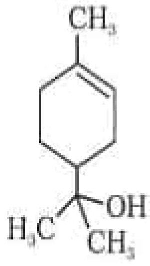
کلوریمفینال

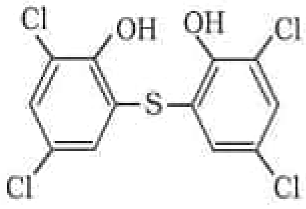
(b) اینٹی سیپٹک اور مانع تعدیہ (Antiseptics and disinfectants)

اینٹی سیپٹک اور مانع تعدیہ بھی ایسی کیمیائی اشیا ہیں جو یا تو خرد عضویوں کا خاتمہ کر دیتی ہیں یا ان کی نمو کو روک دیتی ہیں۔

اینٹی سیپٹک کا استعمال جاندار بافتوں پر کیا جاتا ہے جیسے زخم، کٹے ہوئے حصے، السر اور بیمار جلد کی سطح۔ **فیوراسین** (Furacine) اور **سوفرا مائسین** (Soframycin) اینٹی سیپٹک کی مثالیں ہیں۔ انہیں اینٹی بایوٹک کی طرح خوراک کے ذریعہ نہیں لیا جاتا۔ عام طور سے استعمال کیا جانے والا ڈیٹول (Dettol)،


کلوروکسی لینول


ٹرپینیول


بائی تھایونول

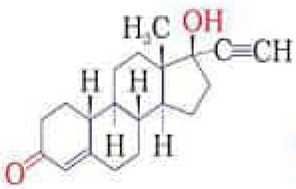
کلوروکسی لینول (Chloroxylenol) اور ٹرپینیول (Terpineol) کا آمیزہ ہے۔ بائی تھایونول (Bithionol) (یہ مرکب بائی تھایونول Bithionol کہلاتا ہے) کا استعمال صابنوں میں اینٹی سیپٹک خصوصیات پیدا کرنے میں کیا جاتا ہے۔ الکحل میں اس کا 3–2 فیصد محلول ٹنکچر آف آیوڈین کہلاتا ہے۔ اسے زخموں پر لگایا جاتا ہے۔ آیوڈوفارم (Iodoform) کا استعمال بھی بطور اینٹی سیپٹک زخموں پر لگانے میں کیا جاتا ہے۔ ڈائی لیوٹ آبی محلول میں بورک ایسڈ (Boric Acid) آنکھوں کے لیے کمزور قسم کا اینٹی سیپٹک ہے۔

مانع تعدیہ (Disinfectants) کا استعمال فرش، ڈرین سسٹم، اوزاروں وغیرہ پر کیا جاتا ہے تاکہ ان پر جاندار اجسام کا اثر نہ ہو سکے۔ ایک ہی شے اینٹی سیپٹک کے ساتھ ساتھ مانع تعدیہ کے طور پر بھی کام کر سکتی ہے اگر اس کے ارتکاز کو تبدیل کر دیا جائے۔ مثال کے طور پر فینال کا 0.2 فیصد محلول ایک اینٹی سیپٹک ہے جبکہ اس کا ایک فیصد محلول مانع تعدیہ ہے۔

آبی محلول میں کلورین کا 0.4 ppm – 0.2 ارتکاز اور بہت کم ارتکاز میں سلفرڈائی آکسائڈ مانع تعدیہ کے طور پر کام کرتی ہیں۔

16.3.5 مانع باروری ڈرگس (Antifertility Drugs)

اینٹی بایوٹک انقلاب نے لوگوں کو صحت مند زندگی عطا کی ہے۔ متوقع عمر بھی لگ بھگ دوگنی ہو گئی ہے۔ بڑھتی ہوئی آبادی کی وجہ سے کئی سماجی مسائل بھی پیدا ہوئے ہیں جیسے غذائی وسائل سے متعلق مسئلے، ماحولیاتی مسائل اور روزگار سے جڑے مسئلے وغیرہ وغیرہ۔ ان مسئلوں پر قابو پانے کے لیے آبادی پر قابو پانا ضروری ہے۔ اس بات کے مد نظر خاندانی منصوبہ بندی کا تصور پیدا ہوا۔ مانع باروری ڈرگس کا استعمال اسی کے پیش نظر کیا جاتا ہے۔ برتھ کنٹرول گولیاں، تالیفی ایسٹروجن اور پروجیسٹرون مشتقوں کے آمیزہ پر مشتمل ہوتی ہیں۔ یہ دونوں مرکبات ہارمون ہیں۔ یہ معلوم ہے کہ پروجیسٹران بیض اندازی (Ovulation) کو دبا دیتی ہے۔ تالیفی پروجیسٹران مشتق پروجیسٹران کے مقابلے زیادہ کارگر ہیں۔


نارتھنڈران


اِیتھائنائل ایسٹرڈائی اول (نویسٹرال)

نارتھنڈران (Norethindrone) ایک تالیفی پروجیسٹران مشتق ہے جس کا استعمال مانع باروری ڈرگ کے طور پر کیا جاتا ہے۔ وہ ایسٹروجن مشتق جس کا استعمال پروجیسٹران مشتق کے ساتھ ملا کر کیا جاتا ہے اِیتھائنائل ایسٹراڈائی اول **(Ethynylestradiol)** ہے یعنی نویسٹرال **(Novestrol)**۔

متن پر مبنی سوالات

16.1 نیندی کی گولیاں ڈاکٹر حضرات ایسے مریضوں کو تجویز کرتے ہیں جو نیند نہ آنے کی صورتحال سے دوچار رہتے ہیں لیکن ڈاکٹر کے مشورہ کے بغیر اس کی خوراک قطعی نہیں لینی چاہیے۔ کیوں؟

16.2 کس درجہ بندی کے حوالے سے یہ بیان دیا گیا ہے کہ ''رینیٹیڈین (Ranitidine) ایک اینٹاسڈ ہے''؟

16.4 غذا میں کیمیائی اشیا (Chemicals in Food)

غذا میں کیمیائی اشیا کا استعمال (i) غذا کو محفوظ رکھنے (ii) ان کی اشتہا میں اضافہ کرنے اور (iii) ان کو مغذی بنانے میں کیا جاتا ہے۔ غذا میں شامل کیے جانے والی کیمیائی اشیا کے اہم زمرے مندرجہ ذیل ہیں:

(i) غذائی رنگ

(ii) مہک اور مٹھاس پیدا کرنے والے

(iii) فیٹ ایملسیفائر (Fatemulsifier) اور استحکام عطا کرنے والے ایجنٹ

(iv) آٹے میں بہتری لانے والے۔ اینٹی اسٹالنگ ایجنٹ اور بلیچ

(v) مانع تکسید کار (Antioxidant)

(vi) تحفظ عطا کرنے والے

(vii) غذا کو مغذی بنانے والے—

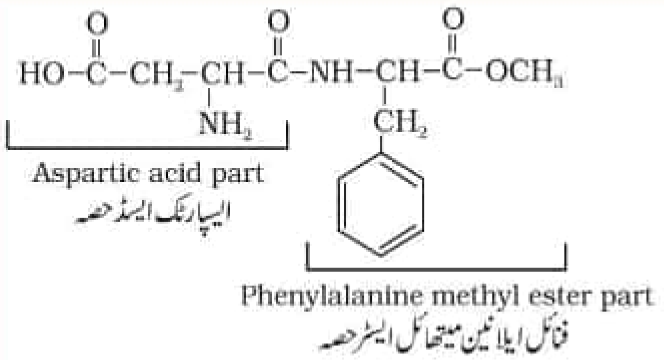
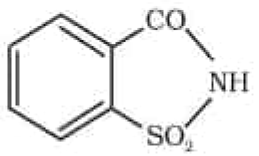
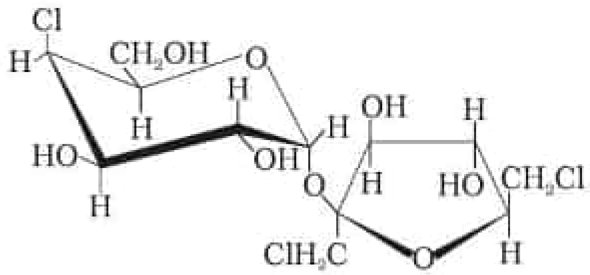
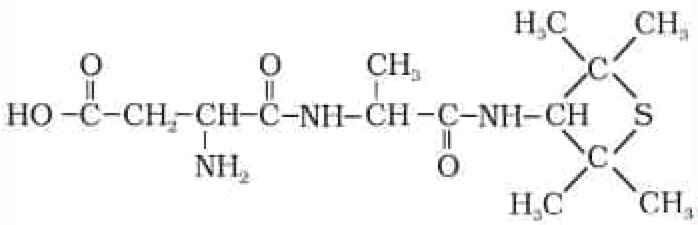
معدنیات، وٹامن اور امینو ایسڈ۔ زمرہ (vii) سے تعلق رکھنے والی کیمیائی اشیا کے علاوہ مذکورہ بالا کوئی بھی کیمیائی شے مغذی نہیں ہوتی۔ انہیں یا تو غذا کو زیادہ دنوں تک ذخیرہ کرنے کے لیے یا کاسمیٹک مقاصد کے لیے ملایا جاتا ہے۔ اس سیکشن میں ہم صرف مٹھاس پیدا کرنے والے اور غذا کو تحفظ عطا کرنے والے ایجنٹ پر بحث کریں گے۔

16.4.1 مصنوعی مٹھاس پیدا کرنے والے ایجنٹ (Artificial Sweetening Agents)

قدرتی مٹھاس پیدا کرنے والے ایجنٹ مثلاً سکروز کیلوری میں اضافہ کردیتے ہیں۔ لہٰذا بہت سے لوگ مصنوعی مٹھاس پیدا کرنے والے ایجنٹ کے استعمال کو ترجیح دیتے ہیں۔ آرتھوسلفوبینزیمائڈ (Ortho-sulphobenzimide) جسے سیکرین (Saccharin) بھی کہا جاتا ہے، سب سے پہلا مشہور و معروف مصنوعی مٹھاس پیدا کرنے والا ایجنٹ ہے۔ مٹھاس پیدا کرنے والے ایجنٹ کے طور پر اس کا استعمال اسی وقت سے ہو رہا ہے جب سے 1879 میں اس کی کھوج ہوئی تھی۔ یہ گنے کی شکر کے مقابلے میں 550 گنا میٹھا ہے۔ یہ مکمل طور پر غیر عامل ہے اور اس کے استعمال سے کسی قسم کا نقصان نہیں ہوتا۔ ذیابیطس کے مریضوں کے لیے اور ایسے لوگوں کے لیے جو کیلوری پر قابو رکھنا چاہتے ہیں یہ نہایت مفید ہے۔ عام طور سے بازار میں دستیاب کچھ مصنوعی مٹھاس پیدا کرنے والے ایجنٹ جدول 16.1 میں دیے گئے ہیں۔

اسپارٹیم (Aspartame) کامیاب ترین اور سب سے زیادہ استعمال کیا جانے والا مصنوعی مٹھاس پیدا کرنے والا ایجنٹ ہے۔ یہ گنے کی چینی کے مقابلے تقریباً 100 گنا میٹھا ہے۔ یہ ڈائی پیپٹائڈ کا متھائل ایسٹر ہے جسے اسپارٹک ایسڈ اور فنائل ایلانین سے تیار کیا جاتا ہے۔ اسپارٹیم کا استعمال ٹھنڈی غذاؤں اور سافٹ ڈرنک تک ہی محدود ہے کیونکہ یہ کھانا پکانے کے درجہ حرارت پر غیر مستحکم ہوتا ہے۔

جدول 16.1: مصنوعی مٹھاس پیدا کرنے والے

مصنوعی مٹھاس پیدا کرنے والے	ساختی فارمولا	سکروس کے مقابلے میں مٹھاس
ایسپارٹیم		100
سیکرین		550
سکرولوز		600
ایلیٹیم		2000

ایلیٹیم (Alitame) بہت زیادہ کارگر مٹھاس پیدا کرنے والا ایجنٹ ہے۔ حالانکہ یہ ایسپارٹیم کے مقابلے زیادہ مستحکم ہے، لیکن اسے استعمال کرتے وقت غذا میں مٹھاس کو کنٹرول کرنا مشکل ہوتا ہے۔

سکرولوز، سکروز کا ٹرائی کلورو مشتق ہے۔ یہ دیکھنے اور ذائقہ میں چینی کی طرح ہوتا ہے۔ یہ کھانا پکانے کے درجۂ حرارت پر مستحکم ہوتا ہے اس سے کیلوری حاصل نہیں ہوتی۔

16.4.2 غذائی تحفظ کار (Food Preservatives)

غذائی تحفظ کار جراثیموں کی نمو کی وجہ سے غذا کو خراب ہونے سے بچاتے ہیں۔ عام طور سے استعمال ہونے والے تحفظ کار (Preservative) نمک، شکر، خوردنی تیل اور سوڈیم بینزوئیٹ C_6H_5COONa ہیں۔ سوڈیم بینزوئیٹ کا استعمال محدود مقدار میں کیا جاتا ہے اور یہ جسم میں تحول پذیر رہتا ہے۔ سوربک ایسڈ (Sorbic acid) اور پروپیانک ایسڈ کے نمک بھی غذائی تحفظ کار کے طور پر استعمال کیے جاتے ہیں۔

متن پر مبنی سوالات

16.3 ہمیں مصنوعی مٹھاس پیدا کرنے والے ایجنٹ کی ضرورت کیوں پیش آتی ہے؟

16.4.3 غذا میں اینٹی آکسیڈینٹ (Antioxidants in Food)

یہ اہم اور لازمی غذائی ایڈیٹیو (Food Additives) ہیں۔ یہ غذا میں آکسیجن کے عمل کو سست کرکے غذا کے تحفظ میں مدد کرتے ہیں۔ یہ اس غذا کے مقابلے میں آکسیجن کے تئیں زیادہ سرعت سے تعامل کرتے ہیں جس کا تحفظ مقصود ہے۔ بیوٹیلیٹڈ ہائڈراکسل ٹولوئین (Butylated Hydroxy Toluene - BHT) اور بیوٹیلیٹڈ ہائڈراکسی اینی سول (Butylated Hydroxy Anisole-BHA) دو مشہور و معروف اینٹی آکسیڈینٹ ہیں۔ مکھن میں BHA کی آمیزش اسے کئی سال تک تحفظ فراہم کرتا ہے۔

بعض اوقات BHT اور BHA کو سٹرک ایسڈ کے ساتھ استعمال کیا جاتا ہے جس سے یہ زیادہ کارگر ثابت ہوتے ہیں۔ سلفر ڈائی آکسائیڈ اور سلفائٹ شراب اور بیئر، شیرا، کٹے اور چھلے ہوئے یا خشک پھلوں اور سبزیوں کے لیے استعمال کیے جانے والے مفید اینٹی آکسیڈینٹ ہیں۔

16.5 مصفی (Cleansing Agents)

اس سیکشن میں ہم ڈٹرجنٹ کا مطالعہ کریں گے۔ دو قسم کے ڈٹرجنٹ کا استعمال بطور مصفی (Cleansing agents) کیا جاتا ہے۔ یہ صابن اور تالیفی ڈٹرجنٹ ہیں۔ یہ پانی کی مصفی خصوصیات میں بہتری لاتے ہیں۔ یہ اس چربی کو ہٹانے میں مدد کرتے ہیں جو دیگر اشیا کو کپڑوں یا جلد سے منسلک کردیتی ہے۔

16.5.1 صابن (Soap)

$$\begin{array}{l} CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_{17}H_{35} \\ | \\ CH-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_{17}H_{35} \\ | \\ CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_{17}H_{35} \end{array} + 3NaOH \longrightarrow 3C_{17}H_{35}COONa + \begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{array}$$

اسٹیئرک ایسڈ کا گلسرل ایسڈ (چربی) — سوڈیم ہائڈراکسائڈ — سوڈیم اسٹیئریٹ — گلسرال (یا گلسرین)

صابن ایسے ڈٹرجنٹ ہیں جن کا استعمال لمبے عرصے سے ہوتا آرہا ہے۔ صابن کا استعمال صفائی کے مقصد سے کیا جاتا ہے۔ صابن لمبی زنجیر والے فیٹی ایسڈوں مثلاً اسٹیئرک ایسڈ (Stearic Acid)، اولیئک (Oleic) اور پامیٹک ایسڈ (Palmitic acid) کے سوڈیم یا پوٹاشیم نمک ہیں۔ سوڈیم نمک پر مشتمل صابنوں کو چربی (مثلاً فیٹی ایسڈ کے گلسرل ایسٹر) اور آبی سوڈیم ہائڈراکسائڈ کو گرم کرکے تیار کیا جاتا ہے۔ یہ تعامل تصبین (Saponification) کہلاتا ہے۔

اس تعامل میں، فیٹی ایسڈ کے ایسٹر آب پاشیدہ ہو جاتے ہیں اور صابن کولائڈی شکل میں باقی رہ جاتے ہیں۔

محلول میں سوڈیم کلورائڈ ملاکر اس کی ترسیب کی جاتی ہے۔ صابن علاحدہ کرنے کے بعد باقی ماندہ محلول گلسرال (Glycerol) پر مشتمل ہوتا ہے جسے کسری کشید کے ذریعہ حاصل کرلیا جاتا ہے۔ صرف سوڈیم اور پوٹاشیم صابن ہی پانی میں حل پذیر ہیں اور ان کا استعمال صفائی کے کاموں میں کیا جاتا ہے۔ عام طور سے پوٹاشیم صابن جلد کے لیے ملائم ہوتے ہیں۔ انہیں محلول میں سوڈیم ہائڈراکسائڈ کی جگہ پوٹاشیم ہائڈراکسائڈ ملاکر حاصل کیا جاتا ہے۔

صابنوں کی اقسام (Types of soaps)

بنیادی طور پر سبھی صابن چربیوں یا تیلوں کو مناسب حل پذیر ہائڈراکسائڈ کے ساتھ ابال کر تیار کیے جاتے ہیں۔ مختلف

خام مادوں کا استعمال کر کے مختلف قسم کے صابن بنائے جاتے ہیں۔

نہانے کے لیے استعمال ہونے والے صابنوں کو عمدہ قسم کی چربی یا تیلوں سے بنایا جاتا ہے اور اس بات کا دھیان رکھا جاتا ہے کہ اضافی القلی کو ہٹادیا جائے۔ انہیں زیادہ پرکشش بنانے کے لیے رنگ اور خوشبو کا استعمال کیا جاتا ہے۔

وہ صابن جو پانی میں تیرتے ہیں انہیں صابن کو سخت کرنے سے پہلے اس میں چھوٹے چھوٹے بلبلے چھوڑ کر بنایا جاتا ہے۔ شفاف صابن بنانے کے لیے صابن کو پہلے ایتھنال میں حل کیا جاتا ہے اور پھر اضافی محلل کی تبخیر کی جاتی ہے۔

طبی اہمیت کے حامل صابن (Medicated soaps) بنانے کے لیے ان میں طبی اعتبار سے اہم اشیا کو ملایا جاتا ہے۔ کچھ صابنوں میں بدبو کو دور کرنے والے عوامل (Deodorant) ملائے جاتے ہیں۔ شیونگ سوپ گلسرال پر مشتمل ہوتے ہیں تا کہ ایک دم خشک نہ ہونے پائیں۔ انہیں بنانے کے دوران ان میں روزن (Rosin) جو کہ ایک قسم کا گوند ہے، ملایا جاتا ہے۔ یہ سوڈیم روزینیٹ (Sodium rosinate) بناتا ہے جو کہ بہت زیادہ جھاگ پیدا کرتا ہے۔ لانڈری میں استعمال ہونے والے صابنوں میں سوڈیم روزنیٹ، سوڈیم سلیکیٹ، بوریکس اور سوڈیم کاربونیٹ جیسے فلر (Filler) کا استعمال کیا جاتا ہے۔

سوپ چپس (Soap chips) کو بنانے کے لیے پگھلے ہوئے صابن کی پتلی پٹی کو ایک ٹھنڈے سلنڈر پر پھیلایا جاتا ہے اور صابن کو چھوٹے ہوئے ٹکڑوں کی شکل میں حاصل کیا جاتا ہے۔ صابن کے دانے (Soap granules) صابن کے بہت چھوٹے خشک بلبلے ہیں۔ صابن کے پاؤڈر اور رگڑائی کرنے والے صابن (Scouring soaps) پاؤڈر پیومک، نہایت باریک ریت جیسے رگڑائی کرنے والے ایجنٹ، کچھ صابن نیز سوڈیم کاربونیٹ اور ٹرائی سوڈیم فاسفیٹ جیسے بلڈر (Builder) پر مشتمل ہوتے ہیں۔ بلڈر کی موجودگی کی وجہ سے صابن بہت تیزی سے کام کرتے ہیں۔ صابن کی صفائی کے عمل کو اکائی 15 میں بیان کیا گیا ہے۔

صابن سخت پانی میں کام کیوں نہیں کرتے؟

سخت پانی کیلشیم اور میگنیشیم آینوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ جب بالترتیب سوڈیم یا پوٹاشیم صابنوں کو سخت پانی میں ملایا جاتا ہے تو یہ آین غیر حل پذیر کیلشیم اور میگنیشیم صابن بناتے ہیں۔

$$2C_{17}H_{35}COONa + CaCl_2 \longrightarrow 2NaCl + (C_{17}H_{35}COO)_2Ca$$

صابن   غیر حل پذیر

کیلشیم اسٹیریٹ (صابن)

یہ غیر حل پذیر صابن پانی میں گاد (Scum) کی شکل میں علاحدہ ہو جاتے ہیں اور صفائی کا کام نہیں کرتے۔ درحقیقت یہ اچھی دھلائی میں رکاوٹ ہیں کیونکہ رسوب کپڑوں پر گوند جیسی کیت کی شکل میں جمع ہو جاتا ہے۔ بھاری پانی سے بال دھونے پر ان کی چمک ختم ہو جاتی ہے کیونکہ ان پر رسوب جمع ہو جاتا ہے۔ جب بھاری پانی میں صابن سے کپڑے دھوئے جاتے ہیں تو اس گوند جیسی کیت کی وجہ سے یہ رنگوں کو جذب نہیں کر پاتے۔

16.5.2 تالیفی ڈٹرجنٹ (Synthetic Detergents)

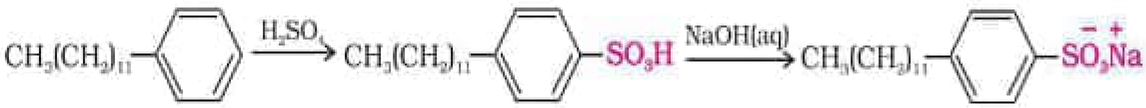
تالیفی ڈٹرجنٹ، مصفی ایجنٹ ہیں جن میں صابنوں کی سبھی خصوصیات ہوتی ہیں لیکن ان میں صابن نہیں ہوتے۔ انہیں سخت اور نرم دونوں قسم کے پانی میں استعمال کیا جاسکتا ہے کیونکہ یہ بھاری پانی میں بھی جھاگ بناتے ہیں۔ کچھ ڈٹرجنٹ تو سرد پانی میں بھی جھاگ پیدا کرتے ہیں۔

تالیفی ڈٹرجنٹ کی درجہ بندی تین زمروں کے تحت کی گئی ہے۔

(i) این آینی ڈٹرجنٹ   (ii) کیٹ آینی ڈٹرجنٹ اور   (iii) غیر آینی ڈٹرجنٹ

(i) این آئنی ڈٹرجنٹ (Anionic Detergents) این آئنی ڈٹرجنٹ سلفونیٹڈ طویل زنجیری الکوحل یا ہائڈروکاربنوں کے سوڈیم نمک ہیں۔ الکائل ہائڈروجن سلفیٹ کو طویل زنجیری الکوحل کے مرتکز سلفیورک ایسڈ کے ساتھ تعامل سے بنایا جاتا ہے، انہیں القلی سے تعدیل کرکے این آئنی ڈٹرجنٹ حاصل کیے جاتے ہیں۔ اسی طرح الکائل بینزین سلفونیٹ کو الکائل بینزین سلفونک ایسڈ کی القلی کے ساتھ تعدیلی سے بنایا جاتا ہے۔

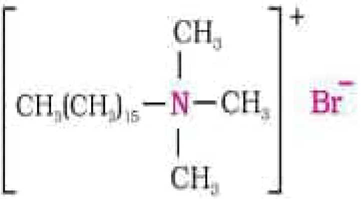
$$\underset{\text{لارل الکحل}}{CH_3(CH_2)_{10}CH_2OH} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{لارل ہائڈروجن سلفیٹ}}{CH_3(CH_2)_{10}CH_2OSO_3H} \xrightarrow{NaOH(aq)} \underset{\text{سوڈیم لارل سلفیٹ (این آئنی ڈٹرجنٹ)}}{CH_3(CH_2)_{10}CH_2O\overset{-}{S}O_3\overset{+}{Na}}$$



ڈوڈیسل بینزین — ڈوڈیسل بینزین سلفونک ایسڈ — سوڈیم ڈوڈیسل بینزین سلفونیٹ

این آئنی ڈٹرجنٹ میں سالمہ کا این آئنی حصہ صفائی کا عمل انجام دیتا ہے۔ الکائل بینزین سلفونیٹ (Alkylbenzenesulphonates) کے سوڈیم نمک این آئنی ڈٹرجنٹ کا اہم زمرہ ہیں۔ ان کا استعمال عام طور سے گھریلو کاموں میں کیا جاتا ہے۔ این آئنی ڈٹرجنٹ کا استعمال ٹوتھ پیسٹ میں بھی کیا جاتا ہے۔

(ii) کیٹ آئنی ڈٹرجنٹ (Cationic Detergents): کیٹ آئنی ڈٹرجنٹ امین (Amine) کے کواٹرنری امونیم نمک ہیں جن میں ایسیٹ، کلورائڈ یا برومائڈ آئن موجود ہوتے ہیں۔ کیٹ آئنی حصہ طویل ہائڈروکاربن زنجیر پر مشتمل ہوتا ہے اور نائٹروجن ایٹم پر مثبت چارج ہوتا ہے۔ اسی لیے یہ کیٹ آئنی ڈٹرجنٹ کہلاتے ہیں۔ سیٹائل ٹرائی میتھائل امونیم برومائڈ (Cetyltrimethylammonium bromide) ایک مشہور کیٹ آئنی ڈٹرجنٹ ہے اور اس کا استعمال ہیئر کنڈیشنر میں کیا جاتا ہے۔



سٹائل ٹرائی میتھائل امونیم برومائڈ

کیٹ آئنی ڈٹرجنٹ میں جراثیموں کو ختم کرنے کی صلاحیت ہوتی ہے اور یہ مہنگے ہوتے ہیں لہٰذا ان کے استعمال محدود ہیں۔

(iii) غیر آئنی ڈٹرجنٹ (Non-ionic Detergents): غیر آئنی ڈٹرجنٹ کی ترکیب میں کسی قسم کا آئن موجود نہیں ہوتا۔ اس قسم کے ایک ڈٹرجنٹ کو اسٹیرک ایسڈ اور پالی ایتھائلین گلائکول کے تعامل سے بنایا جاتا ہے۔

$$\underset{\text{اسٹیرک ایسڈ}}{CH_3(CH_2)_{16}COOH} + \underset{\text{پالی ایتھائلین گلائکول}}{HO(CH_2CH_2O)_nCH_2CH_2OH} \xrightarrow{-H_2O} CH_3(CH_2)_{16}COO(CH_2CH_2O)_nCH_2CH_2OH$$

برتن دھونے میں استعمال ہونے والے رقیق ڈٹرجنٹ غیر آئنی قسم کے ہوتے ہیں۔ اس قسم کے ڈٹرجنٹ صفائی کا عمل اسی طرح انجام دیتے ہیں جس طرح صابن انجام دیتے ہیں۔ یہ بھی مسیل کی تشکیل کے ذریعہ گریز یا چکنائی کو ہٹا دیتے ہیں۔

ڈٹرجنٹ کے استعمال میں اہم مسئلہ یہ ہے کہ اگر ان کا ہائڈروکاربن بہت زیادہ شاخدار ہے تو یہ بیکٹیریا کے ذریعہ آسانی سے تحلیل نہیں ہو پاتے۔ تنزلی کا عمل سست ہونے کی وجہ سے یہ جمع ہوتے رہتے ہیں۔ اس قسم کے ڈٹرجنٹ پر مشتمل پانی ندیوں، تالابوں وغیرہ میں پہنچتا ہے۔ یہ سیوج ٹریٹمنٹ کے باوجود بھی پانی میں موجود رہتے ہیں اور ندیوں، تالابوں میں جھاگ پیدا کر کے انہیں آلودہ کر دیتے ہیں۔

آج کل ہائڈروکاربن زنجیر کی شاخ کو کنٹرول کر کے کم سے کم رکھا گیا ہے۔ بغیر شاخ والی زنجیریں آسانی سے حیاتیاتی طور پر رو بہ تنزل ہو جاتی ہیں اور اس طرح آلودگی کو روکا جاتا ہے۔

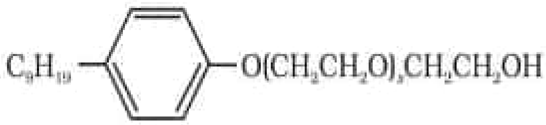
متن پر مبنی سوالات

16.4 گلسرل اولیئٹ اور گلسرل پامیٹیٹ سے سوڈیم صابن تیار کرنے کے لیے کیمیائی مساوات لکھیے۔ ان مرکبات کے ساختی فارمولے ذیل میں دیے گئے ہیں:

(i) $(C_{15}H_{31}COO)_3C_3H_5$ – گلسرل پامیٹیٹ

(ii) $(C_{17}H_{32}COO)_3C_3H_5$ – گلسرل اولیئٹ

16.5 مندرجہ ذیل قسم کے غیر آئنی ڈٹرجنٹ رقیق ڈٹرجنٹ، ایملسیفائنگ ایجنٹ اور مرطوبی ایجنٹ (Wetting agent) میں موجود ہیں۔ سالمہ میں ہائڈروفلک اور ہائڈروفوبک حصہ کو لیبل کیجیے۔ سالمہ میں موجود تفاعلی گروپ کی شناخت کیجیے۔



(x = 5 to 10)

خلاصہ

کیمیا انسانیت کی بہتری کے لیے مادوں اور نئی اشیا کو تیار کرنے کا مطالعہ ہے۔ ڈرگ وہ کیمیائی ایجنٹ ہے جو انسانی تحول کو متاثر کرتا ہے اور بیماری کا علاج مہیا کرتا ہے۔ اگر انہیں مجوزہ مقدار سے زیادہ استعمال کر لیا جائے تو یہ مہلک بن جاتی ہیں۔ معالجاتی اثر کے لیے کیمیائی اشیا کا استعمال **کیموتھیراپی** (Chemotheropy) کہلاتا ہے۔ ڈرگس عام طور سے کاربوہائڈریٹ، پروٹین، لپڈ اور نیوکلک ایسڈ جیسے حیاتیاتی کلاں سالمات کے ساتھ باہمی عمل کرتی ہیں۔ یہ سالمات **ہدف سالمات** (Target molecules) کہلاتے ہیں۔ ڈرگس کو مخصوص اہداف کے ساتھ باہمی عمل کے لحاظ سے اس طرح ڈیزائن کیا گیا ہے کہ دیگر اہداف پر ان کا اثر کم سے کم ہو۔ اس طرح ضمنی اثرات (Side effects) کم ہو جاتے ہیں اور ڈرگ کا ایکشن لوکلائز ہو جاتا ہے۔ ڈرگ کیمیا کا مقصد خردعضویوں (Microbes) کو ختم کرنا، جسم کی متعدد متعدی امراض سے حفاظت اور ذہنی تناؤ کو دور کرنا ہے۔ اس طرح اناljیسکس، اینٹی بایوٹکس، اینٹی سیپٹکس، مانع تعدیہ (Disinfectants)، اینٹاسڈ اور ٹرانکیولائزر (Tranquilizers) جیسی ڈرگس کا استعمال مخصوص مقاصد کے لیے کیا جاتا ہے۔ آبادی کے اضافہ کو روکنے کے لیے مانع باروری ڈرگس ہماری زندگی میں کافی مقبول ہو چکی ہیں۔

غذا میں ملائے جانے والی اشیا مثلاً **غذائی تحفظ کار، مٹھاس پیدا کرنے والے ایجنٹ، مانع تکسید کار (Antioxident)، خوردنی رنگ اور مغذی اشیا** (Nutritional supplements) غذا کو پرکشش، ذائقہ دار اور مغذی بنانے کے لیے ملائی جاتی ہیں۔ تحفظ کار

غذا میں اس لیے ملائے جاتے ہیں تا کہ جراثیموں کی نمو کی وجہ سے غذا کو خراب ہونے سے بچایا جا سکے۔ مصنوعی مٹھاس پیدا کرنے والے ایجنٹ ایسے افراد کے ذریعہ استعمال کیے جاتے ہیں جنہیں کم کیلوری درکار ہیں یا ذیابیطس میں مبتلا ہیں اور سکروز کا استعمال نہیں کرنا چاہتے۔

ان دنوں، ڈٹرجنٹ کا استعمال عام ہے اور انہیں صابنوں پر فوقیت دی جاتی ہے کیونکہ یہ سخت پانی میں بھی کام کرتے ہیں۔ تالیفی ڈٹرجنٹ کی درجہ بندی تین اہم زمروں میں کی گئی ہے جن کے نام ہیں: این آینی، کیٹ آینی اور غیر آینی۔ ہر ایک زمرہ کے ڈٹرجنٹ کا استعمال مخصوص ہے۔ شاخ دار زنجیر والے ہائڈروکاربنوں کے مقابلے مستقیم زنجیر والے ہائڈروکاربنوں پر مشتمل ڈٹرجنٹ کو ترجیح دی جاتی ہے کیونکہ شاخدار زنجیر والے ہائڈروکاربنوں پر مشتمل ڈٹرجنٹ حیاتیاتی طور پر تنزل پذیر نہیں ہیں اور ماحولیاتی آلودگی کا سبب ہیں۔

مشق

16.1 ہم ڈرگس کی درجہ بندی مختلف طریقوں سے کیوں کرتے ہیں؟

16.2 طبی کیمیا میں استعمال ہونے والی اصطلاحات ہدف سالمات یا ڈرگ اہداف کی تشریح کیجیے۔

16.3 ان کلاں سالمات کے نام لکھیے جو ڈرگ اہداف کے طور پر منتخب کیے جاتے ہیں۔

16.4 ڈاکٹر کے مشورے کے بغیر دوائیاں نہیں لینی چاہئیں۔ کیوں؟

16.5 اصطلاح کیموتھیراپی (Chemotheropy) کی تعریف بیان کیجیے۔

16.6 ڈرگس کو انزائم کی ایکٹیو سائٹ سے منسلک رکھنے میں کون سی قوتیں شامل ہوتی ہیں؟

16.7 اینٹاسڈ اور اینٹی الرجک ڈرگس ہسٹامائن کے فعل میں خلل پیدا کرتی ہیں، یہ ایک دوسرے کے فعل میں خلل کیوں نہیں پیدا کرتیں؟

16.8 نورایڈرینلن (Noradrenaline) کی کمی مایوسی (Depression) کا سبب بن جاتی ہے۔ اس کے علاج کے لیے کس قسم کی ڈرگس درکار ہوں گی؟ دو ڈرگس تجویز کیجیے۔

16.9 اصطلاح ''وسیع اسپکٹرم اینٹی بایوٹکس'' سے کیا مراد ہے؟ تشریح کیجیے۔

16.10 اینٹی سپٹک (Antiseptics) اور مانع تعدیہ (Disinfectants) میں کیا فرق ہے؟ ہر ایک کی ایک ایک مثال دیجیے۔

16.11 سوڈیم ہائڈروجن کاربونیٹ یا میگنیشیم یا ایلومینیم ہائڈرا کسائڈ کے مقابلے سیمیٹیڈین (Cimetidine) اور رینیٹیڈین (Rantidine) بہتر اینٹاسڈ ہیں۔ کیوں؟

16.12 اس شے کا نام بتائیے جس کا استعمال اینٹی سپٹک کے ساتھ ساتھ مانع تعدیہ کے طور پر بھی کیا جاتا ہے۔

16.13 ڈیٹال (Dettol) کے اہم اجزا کیا کیا ہیں؟

16.14 ٹنکچر آف آیوڈین کیا ہے؟ اس کا استعمال لکھیے۔

16.15 غذائی تحفظ کار (Food preservative) کیا ہیں؟

16.16 ایسپارٹیم (Aspartame) کا استعمال ٹھنڈی غذاؤں اور سافٹ ڈرنک تک ہی کیوں محدود ہے؟

16.17 مصنوعی مٹھاس پیدا کرنے والے ایجنٹ (Artificial sweetening agents) کیا ہیں؟ دو مثالیں دیجیے۔

16.18 ذیابیطس میں مبتلا مریض کے لیے مٹھائی تیار کرنے میں استعمال کیے جانے والے (Sweetening agent) کا نام لکھیے۔

16.19 ایلیٹیم (Alitame) کو مصنوعی مٹھاس پیدا کرنے والے کے طور پر استعمال کرنے سے کس قسم کا مسئلہ پیدا ہو سکتا ہے؟

16.20 تالیفی ڈٹرجنٹ صابنوں سے بہتر کیوں ہیں؟

16.21 مندرجہ ذیل اصطلاحات کی تشریح مناسب مثالوں کے ساتھ کیجیے:

(i) کیٹ آینی ڈٹرجنٹ

(ii) این آینی ڈٹرجنٹ

(iii) غیر آینی ڈٹرجنٹ

16.22 حیاتیاتی تنزل پذیر اور غیر حیاتیاتی تنزل پذیر ڈٹرجنٹ کیا ہیں؟ ہر ایک کی ایک ایک مثال دیجیے۔

16.23 صابن سخت پانی میں کام کیوں نہیں کرتے؟

16.24 کیا آپ پانی کی سختی کو کم کرنے کے لیے صابن اور تالیفی ڈٹرجنٹ کا استعمال کر سکتے ہیں؟

16.25 صابن کے عمل صفائی (Cleansing action) کی تشریح کیجیے۔

16.26 اگر پانی میں کیلشیم ہائڈروجن کاربونیٹ گھلا ہوا ہے تو کپڑے دھونے کے لیے آپ صابن اور تالیفی ڈٹرجنٹ میں سے کس کا استعمال کریں گے؟

16.27 مندرجہ ذیل مرکبات میں ہائڈروفلک اور ہائڈروفوبک حصوں کو لیبل کیجیے۔

(i) $CH_3(CH_2)_{10}CH_2OS\overset{-}{O}_3\overset{+}{Na}$

(ii) $CH_3(CH_2)_{15}\overset{+}{N}(CH_3)_3\overset{-}{Br}$

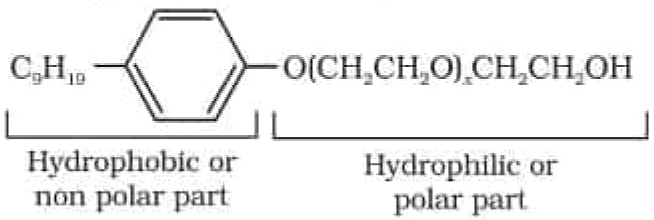
(iii) $CH_3(CH_2)_{16}COO(CH_2CH_2O)_nCH_2CH_2OH$

متن پر مبنی سوالات

16.1 زیادہ تر ڈرگس اگر مجوزہ مقدار سے زیادہ استعمال کی جاتی ہیں تو مضر اثرات پیدا کر سکتی ہیں اور زہر کا کام کرتی ہیں۔ لہٰذا دوا لینے سے پہلے ہمیشہ ڈاکٹر سے مشورہ ضرور کرنا چاہیے۔

16.2 یہ بیان ڈرگس کے فارماکولوجیکل اثر کے مطابق درجہ بندی کی طرف اشارہ ہے کیونکہ کوئی بھی ڈرگ جس کا استعمال معدہ میں اضافی ایسڈ کے اثر کو زائل کرنے کے لیے کیا جائے گا وہ اینٹا سڈ کہلائے گی۔

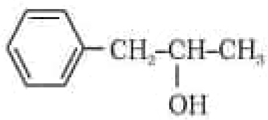
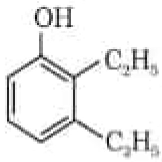
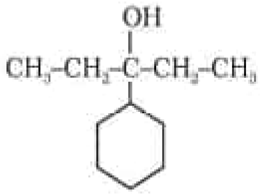
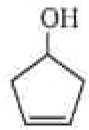
16.5



کچھ مشقی سوالات کے جوابات

اکائی 11

11.1
(i) 2،2،4—ٹرائی میتھائل پینٹین—3—آل
(ii) 5-ایتھائل ہیپٹین—2،4—ڈائی اول
(iii) بیوٹین—2،3—ڈائی اول
(iv) پروپین—1،2،3—ٹرائی اول
(v) 2—میتھائل فینال
(vi) 4—میتھائل فینال
(vii) 2،5—ڈائی میتھائل فینال
(viii) 2،6—ڈائی میتھائل فینال
(ix) 1—میتھاکسی—2—میتھائل پروپین
(x) ایتھاکسی بینزین
(xi) 1—فیناکسی ہیپٹین
(xii) 2—ایتھاکسی بیوٹین

11.2
(i) $CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_2-CH_3$
(ii) 
(iii) $HOCH_2-CH_2-C(OH)(CH_3)-CH_2-C(OH)(CH_3)-CH_3$
(iv) 
(v) $C_2H_5-O-CH_2-CH_2-CH_3$
(vi) $CH_3-CH(OC_2H_5)-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$
(vii) 
(viii) 
(ix) 
(x) $CH_3-CH_2-CH(CH_2Cl)-CH_2-CH_2-OH$

11.3
(i) پینٹین-1-آل، $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$
(ii) 2-میتھائل بیوٹین-1-آل، $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-OH$
(iii) 2،2-ڈائی میتھائل پروپین-1-آل، $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2OH$

(iv) پینٹین-3-آل $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH_3$

(v) پینٹین-2-آل $CH_3-CH_2-CH_2-CH(OH)-CH_3$

(vi) 3-میتھائل بیوٹین-2-آل $CH_3-CH(CH_3)-CH(OH)-CH_3$

(vii) 2-میتھائل بیوٹین-2-آل $CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-OH$

(viii) 3-میتھائل بیوٹین-1-آل $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-OH$

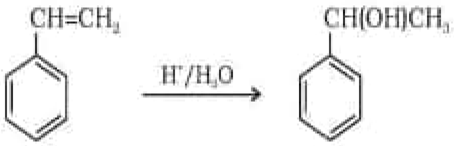
11.4 پروپینال میں ہائڈروجن بندش۔

11.5 الکحل اور پانی کے سالمات کے درمیان ہائڈروجن بندش۔

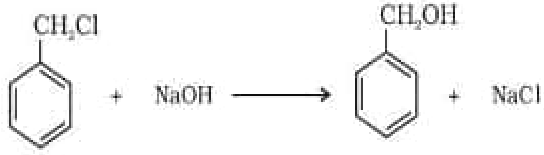
11.8 بین سالماتی ہائڈروجن بندش کی وجہ سے o-نائٹروفینال بھاپ طیران پذیر ہے۔

11.12 اشارہ: لفونیشن اور اس کے بعد نیوکلیوفلک بدل۔

11.13 (i)



(ii)



(iii) $CH_3(CH_2)_4Cl + NaOH \longrightarrow CH_3(CH_2)_4OH + NaCl$

11.14 (i) سوڈیم اور (ii) سوڈیم ہائڈرو آکسائڈ کے ساتھ تعامل۔

11.15 نائٹرو گروپ کے ووڈرائنگ اثر اور میتھاکسی گروپ کے ریلیزنگ اثر کی وجہ سے۔

11.20 (i) پروپین کا ہائڈریشن۔

(ii) NaOH کا استعمال کرکے بنزائل کلورائڈ میں Cl کے نیوکلیوفلک بدل کے ذریعہ۔

(iii) $C_2H_5MgBr + HCHO \rightarrow C_2H_5CH_2OMgBr \xrightarrow{H_2O} C_2H_5CH_2OH$

(iv) $CH_3MgBr + CH_3COCH_3 \longrightarrow CH_3-C(CH_3)_2-OMgBr \xrightarrow{H_2O} CH_3-C(CH_3)_2-OH$

11.23 (i) 1-ایتھاکسی-2-میتھائل پروپین

(ii) 2-کلورو-1-میتھاکسی ایتھین

(iii) 4-نائٹرو اینی سول

(iv) 1-میتھاکسی پروپین

(v) 1-ایتھاکسی-4،4-ڈائی میتھائل سائیکلوہیکسین

(vi) ایتھاکسی بنزین

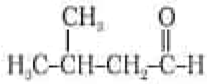
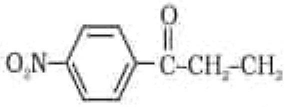
اکائی 12

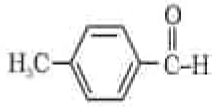
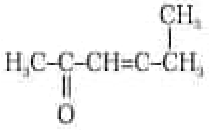
12.2 (i) 4—میتھائل پینٹانال (ii) 6—کلورو—4—ایتھائل ہیکسین-3-اون

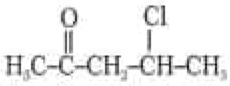
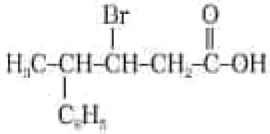
(iii) بیوٹ—2—اینال (vi) پینٹین—2،4—ڈائی اون

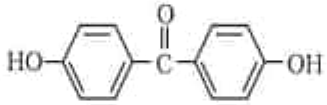
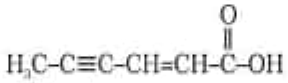
(v) 3،3،5ٹرائی میتھائل ہیکسین-2-اون (vi) 3،3—ڈائی میتھائل بیوٹانائک ایسڈ

(vii) بینزین-1،4-ڈائی کاربل ڈی ہائڈ

12.3 (i)  (ii) 

(iii)  (iv) 

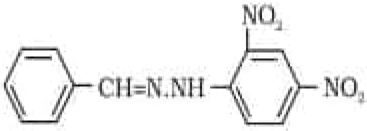
(v)  (vi) 

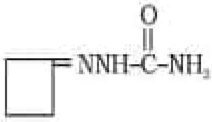
(vii)  (viii) 

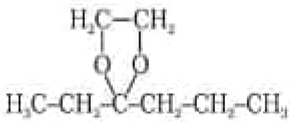
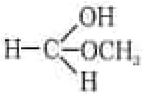
12.4 (i) ہیپٹین—2—اون (ii) 4-برومو-2-میتھائل ہیکسینل

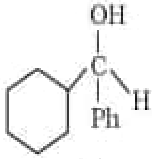
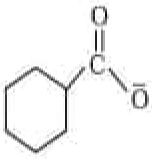
(iii) ہیپٹنل (iv) 3-فنائل پروپ-2-اینال

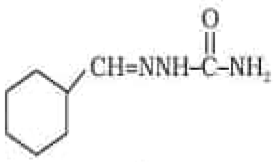
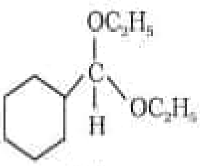
(v) سائیکلوپینٹین کاربل ڈیہائڈ (vi) ڈائی فنائل میتھانون

12.5 (i)  (ii) 

(iii)  (iv) 

(v)  (vi) 

12.6 (i)  (ii) 

(iii)  (iv)  (iv) 

12.7 (ii)،(v)،(vi)،(vii)؛ الڈول تکثیف-(i)،(iii)،(ix) کینیزارو تعامل-(iv)،(viii) کوئی نہیں

12.10 2-ایتھائل بینزل ڈیہائڈ (ساخت خود بنایئے)

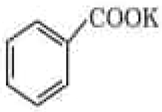
12.11 (A) $CH_3CH_2CH_2COOCH_2CH_2CH_2CH_3$ بیوٹائل بیوٹینوئیٹ

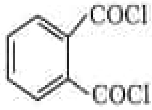
(B) $CH_3CH_2CH_2COOH$ (C) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ مساوات خود لکھیے۔

12.12 (i) ڈائی۔ٹرشری—بیوٹائل کیٹون < میتھائل ٹرشری—بیوٹائل کیٹون < ایسیٹون < ایسیٹل ڈیہائڈ

(ii) $(CH_3)_2CHCOOH < CH_3CH_2CH_2COOH < CH_3CH(Br)CH_2COOH < CH_3CH_2CH(Br)COOH$

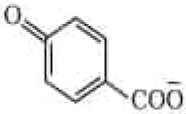
(iii) 4—میتھاکسی بینزوئک ایسڈ < بینزوئک ایسڈ < 4 نائٹرو بینزوئک ایسڈ < 4,3-ڈائی نائٹرو بینزوئک ایسڈ

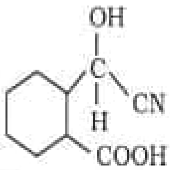
12.17 (i) 

(ii) 

(iii) $C_6H_5CH=NNHC(=O)-NH_2$

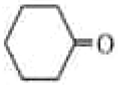
(iv) $C_6H_5COCl-AlCl_3$

(v) 

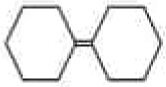
(vi) 

(vii) $C_6H_5CH=C(CH_3)-CHO$ + Other product

(viii) $CH_3CH(OH)CH_2COOC_2H_5$

(ix) 

(x) 1. BH_3; 2. $H_2O_2/\bar{O}H$; 3. PCC

(xi) 

12.19 مرکب میتھائل کیٹون ہے اور اس کی ساخت ہوگی: $CH_3COCH_2CH_2CH_3$

اکائی 13

13.1 (i) 1—میتھائل ایتھین امین۔یا پروپین۔2۔امین (ii) پروپین—1—امین

(iii) N۔میتھائل۔2۔میتھائل ایتھائل امین۔ (iv) 2—میتھائل پروپین—2—امین

(v) N۔میتھائل بینزین امین یا N۔میتھائل اینیلین (vi) N-ایتھائل-N-میتھائل ایتھین امین

(vii) 3—برومو اینیلین یا 3—برومو بینزین امین

13.4 (i) $C_6H_5NH_2 < C_6H_5NHCH_3 < C_2H_5NH_2 < (C_2H_5)_2NH$

(ii) $C_6H_5NH_2 < C_6H_5N(CH_3)_2 < CH_3NH_2 < (C_2H_5)_2NH$

(iii) (a) p-نائٹرو اینیلین < اینیلین < p-ٹولوئیڈین

(b) $C_6H_5NH_2 < C_6H_5NHCH_3 < C_6H_5CH_2NH_2$

(iv) $(C_2H_5)_3N > (C_2H_5)_2NH > C_2H_5NH_2 > NH_3$

(v) $(CH_3)_2NH < C_2H_5NH_2 < C_2H_5OH$

(vi) $C_6H_5NH_2 < (C_2H_5)_2NH < C_2H_5NH_2$

اکائی 15

15.1 پالیمر بہت زیادہ سالماتی کمیت والے کلاں سالمات ہیں جو کہ مونومر سے اخذ شدہ بار بار دہرائی جانے والی ساختی اکائیوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ مونومر ایک سادہ سالمہ ہے جس میں پالیمر سازی کی صلاحیت ہوتی ہے جس سے نظیری پالیمر کی تشکیل ہوتی ہے۔

15.2 قدرتی پالیمر بہت زیادہ سالماتی کمیت والے کلاں سالمات ہیں اور یہ پودوں اور جانوروں میں پائے جاتے ہیں۔ پروٹین اور نیوکلک ایسڈ قدرتی پالیمر کی مثالیں ہیں۔تالیفی پالیمر بہت زیادہ سالماتی کمیت والے کلاں سالمات ہیں پلاسٹک، ریشے اور ربر تالیفی پالیمر ہیں۔ پالیتھین اور ڈیکران دو مخصوص مثالیں ہیں۔

15.4 تفاعلیت کسی مونومر میں بندش مقامات کی تعداد ہے۔

15.5 پالیمر سازی ایک ایسا عمل ہے جس میں ایک یا زیادہ مونومر کی دوہرائی جانے والی ساختی اکائیوں کو شریک گرفت بندش کے ذریعہ ایک دوسرے کے ساتھ منسلک کرکے بہت زیادہ سالماتی کمیت والے پالیمر کی تشکیل ہوتی ہے۔

15.6 کیونکہ اکائی (NH-CHR-CO)n کو واحد مونومر اکائی سے حاصل کیا جاتا ہے لہٰذا یہ ایک ہوموپالیمر ہے۔

15.7 مختلف پالیمر زنجیروں کے درمیان سالماتی قوتوں کی بنیاد پر پالیمر کی درجہ بندی درج ذیل ہے۔

(a) الاسٹومر (b) ریشے (c) تھرموپلاسٹک اور (d) تھرموسیٹنگ پلاسٹک

15.8 جمعی پالیمر سازی میں یکساں یا مختلف مونومر یکجا ہوکر بڑا پالیمر سالمہ بناتے ہیں۔ تکثیفی پالیمر سازی ایک ایسا عمل ہے جس میں دو یا دو سے زیادہ بائی فنکشنل سالمات تکثیفی تعاملات کے سلسلہ سے ہوکر گزرتے ہیں جس کے نتیجے میں سادہ سالمات خارج ہوجاتے ہیں اور پالیمر کی تشکیل ہوتی ہے۔

15.9 ہم پالیمر سازی ایک ایسا عمل ہے جس میں ایک سے زیادہ مونومر اسپشیز کے آمیزے کی پالیمر سازی کی جاتی ہے۔ ہم پالیمر میں ہر ایک مونومر کی اضافی اکائیوں پر مشتمل 1،3۔ بیوٹاڈائی این اور اسٹائرین اور 1،3۔ بیوٹاڈائی این اور ایکرائلونائٹرائل کے ہم پالیمر اس کی مثالیں ہیں۔

15.10

$$C_6H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_5 \longrightarrow 2C_6H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\dot{O} \longrightarrow 2\dot{C}_6H_5 + CO_2$$

فنائل ریڈیکل

$$\dot{C}_6H_5 + CH_2=CH_2 \longrightarrow C_6H_5-CH_2-\dot{C}H_2$$

$$C_6H_5-CH_2-\dot{C}H_2 + CH_2=CH_2 \longrightarrow C_6H_5-CH_2-CH_2-CH_2-\dot{C}H_2$$

↓ زنجیر ٹرمینیشن

$$C_6H_5 \left(CH_2-CH_2 \right)_n CH_2-CH_2-CH_2-CH_2 \left(CH_2-CH_2 \right)_n C_6H_5$$

پالیتھین

15.11 تھرموپلاسٹک کو بار بار گرم کرکے ملائم بنایا جاسکتا ہے اور ٹھنڈا کرکے سخت بنایا جاسکتا ہے اس طرح انہیں بار بار استعمال کیا جاسکتا ہے۔ پالیتھین، پالی پروپائلین وغیرہ اس کی مثالیں ہیں تھرموسیٹنگ پالیمر ایک مستقل طور پر سیٹ ہونے والا پالیمر ہے۔ مولڈنگ کے دوران پر سیٹ ہوکر سخت ہوجاتا ہے اور اسے دوبارہ ملائم نہیں کیا جاسکتا۔

بیکلائٹ اور میلامائن۔ فارمل ڈیہائڈ پالیمر اس کی مثالیں ہیں۔

15.12 (i) پالی وینائل کلورائڈ کا مونومر ہے $CH_2=CHCl$ (وینائل کلورائڈ)

(ii) ٹیفلان کا مونومر ہے $CF_2=CF_2$ (ٹیٹرافلوروایتھائلین)

(iii) بیکلائٹ کی تشکیل میں ملوث مونومر HCHO (فارمل ڈیہائڈ) اور C_6H_5OH (فینال) ہیں۔

15.14 ساخت کے اعتبار سے قدرتی ربر خطی cis-4,1-پالی آئسو پرین ہے۔ اس پالیمر میں ڈبل بانڈ آئسو پرین اکائیوں کے C_2 اور C_3 کے درمیان واقع ہوتے ہیں۔ ڈبل بانڈ کے اطراف یہ Cis تشکل کمزور بین سالماتی کشش کی وجہ سے موثر کشش کے لیے زنجیر کو نزدیک آنے کی اجازت نہیں دیتا۔ اسی لیے قدرتی ربر کی ساخت کوائل نما ہوتی ہے اور اس میں لچک ہوتی ہے۔

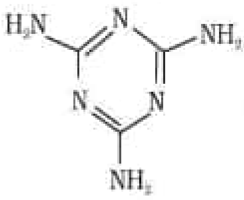
15.16 نائلون-6 پالیمر کی دوہرائی جانے والی مونو میرک اکائی ہے: $[NH-(CH_2)_5-CO]$ نائلون-6،6 پالیمر کی دوہرائی جانے والی مونو میرک اکائی کو دو مونومر یعنی ہیکسا میتھائلین ڈائی امین اور ایڈیپک ایسڈ سے اخذ کیا جاتا ہے۔ $[NH-(CH_2)_6-NH-CO-(CH_2)_4-CO]$

15.17 مونومر کے نام اور ساخت مندرجہ ذیل ہیں

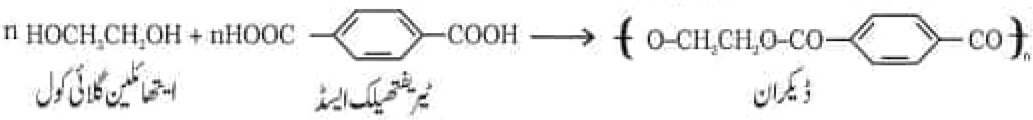
	پالیمر	مونومر کے نام	مونومر کی ساختیں
(i)	بیونا-S	1،3-بیوٹاڈائی این	$CH_2=CH-CH=CH_2$
		اسٹائرین	$C_6H_5CH=CH_2$
(ii)	بیونا-N	1،3-بیوٹاڈائی این	$CH_2=CH-CH=CH_2$
		ایکرائلونائٹرائل	$CH_2=CH\ CN$
(iii)	نیوپرین	کلوروپرین	$CH_2=C(Cl)-CH=CH_2$
(iv)	ڈیکران	ایتھائلین گلائی کول	$OHCH_2-CH_2OH$
		ٹیریفتھلک ایسڈ	

15.18 پالیمر کی تشکیل کرنے والے مونومر ہیں:

(i) ڈیکانڈوئک ایسڈ $HOOC-(CH_2)_8-COOH$ اور ہیکسا میتھائلین ڈائی امین $H_2N(CH_2)_6NH_2$

(ii)  and HCHO

15.19 ڈیکران کی تشکیل کی مساوات مندرجہ ذیل ہیں۔



انڈیکس

(Baeyers' reagent) بیئرز ریجنٹ
(Bakelite) بیکلائٹ
(Barbiturates) باربیٹیوریٹس
(Benzylic alcohols) بینزائلک الکحل
(Benzylic halides) بینزائلک ہیلائڈ
(Biodegradable polymers) حیاتیاتی تنزل پذیر پالیمر
(Biomolecules) حیاتیاتی سالمات
(Branched chain polymers) شاخدار زنجیر پالیمر
(Broad spectrum antibiotics) وسیع اسپیکٹرم اینٹی بایوٹکس
(Buna - N) بیونا-N
(Buna - S) بیونا-S
(Cannizzaro reaction) کینزارو تعامل
(Carbocation) کاربوکیٹ این
(Carbohydrates) کاربوہائڈریٹس
(Carboxylic acids) کاربوکسلک ایسڈ
(Carbylamine reaction) کاربل امین تعامل
(Catalytic action of enzymes) انزائموں کا وسیطی عمل
(Cationic detergents) کیٹ آینی ڈٹرجنٹ
(Cellulose) سیلیولوز
(Chain initiating step) زنجیر آغاز مرحلہ
(Chain propagating step) زنجیر اشاعتی مرحلہ
(Chain terminating step) زنجیر اختتامی مرحلہ
(Chemical messengers) کیمیائی پیغام رساں
(Chemotherapy) کیموتھیراپی
(Chirality) چرالٹی
(Cleansing agents) صفائی کرنے والے ایجنٹ
(Clemmensen reduction) کلیمینسن تحویل
(Competitive inhibitors) سابقتی مانع
(Condensation polymers) تکثیفی پالیمر
(Copolymerisation) ہم پالیمر سازی
(Copolymers) ہم پالیمر
(Cross aldol condensation) کراس ایلڈول تکثیف
(Cross linked polymers) کراس خسلک پالیمر
(Cumene) کیومین
(Cyclic structure) سائکلک ساخت
(DDT) ڈی ڈی ٹی
(Dehydrogenation) ڈیہائڈروجینیشن
(Denaturation) ڈی نیچریشن
(Denaturation of protein) پروٹین کا ڈی نیچریشن
(Deoxyribonucleic acid) ڈی آکسی رائبونیوکلک ایسڈ
(Deoxyribose) ڈی آکسی رائبوز
(Detergents) ڈٹرجنٹ
(Dextrorotatory) ڈیکسٹروروٹیٹری
(Diazonium salts) ڈائی ایزونیم نمک
(Diazotisation) ڈائی ایزوٹائزیشن
(Disaccharides) ڈائی سیکرائڈ
(Disinfectants) مانع تعدیہ
(Drug - enzyme interaction) ڈرگ۔انزائم باہمی عمل
(Drug - target interaction) ڈرگ۔ٹارگیٹ باہمی عمل
(Drugs) ڈرگس
(Elastomers) الاسٹومر
(Electron donating group) الیکٹران ڈونیٹنگ گروپ
(Electron withdrawing group) الیکٹران ووڈرانگ گروپ
(Electrophilic aromatic substitution) الیکٹروفلک ایرومیٹک بدل
(Electrophilic substitution) الیکٹروفلک بدل
(Electrostatic forces) برق سکونی قوتیں
(Elimination reaction) اخراجی تعامل
(Emulsifiers) ایملسیفائر
(Enantiomers) اینینشیومر

ماحولیاتی آلودگی (Environmental pollution)
انزائم مانع (Enzyme inhibitors)
انزائم (Enzymes)
ایسٹر سازی (Esterification)
ایسٹر (Esters)
ایٹارڈ تعامل (Etard reaction)
ایتھرس (Ethers)
چربی میں حل پذیر وٹامن (Fat soluble vitamins)
فیٹی ایسڈ (Fatty acids)
فیہلنگ ٹیسٹ (Fehling's test)
ریشے (Fibres)
ریشے دار پروٹین (Fibrous proteins)
فنکیلسٹین تعامل (Finkelstein reaction)
فٹگ تعامل (Fittig reaction)
آزاد ریڈیکل (Free radical)
آزاد ریڈیکل میکانزم (Free radical mechanism)
فری آن ریفریجرینٹ (Freon refrigerant)
فریڈل کرافٹ تعامل (Friedel-Crafts reaction)
فرکٹوز (Fructose)
فیورانوز (Furanose)
گیبریل پی ایچ تھیلیمائڈ تالیف (Gabriel phthalimide synthesis)
گیٹر مین۔کوچ تعامل (Gatterman - Koch reaction)
گیٹر مین تعامل (Gatterman reaction)
جیمنل ہیلائڈ (Geminal halides)
گلوبیولر پروٹین (Globular proteins)
گلوکونک ایسڈ (Gluconic acid)
گلوکوز (Glucose)
گلسرل ڈیہائڈ (Glyceraldehyde)
گلائکوجن (Glycogen)

گلائکوسائڈک انسلاک (Glycosidic linkage)
گرگنارڈ ریجنٹ (Grignard reagent)
ہیلوالکین (Haloalkane)
ہیلوایرین (Haloarene)
ہیلوجینیشن (Halogenation)
ہاورتھ ساخت (Haworth structures)
ہیل۔وول ہارڈ زیلنسکی تعامل (Hell - Volhard Zelinsky reaction)
ہیمی ایسٹل (Hemiacetal)
ہیٹروسائیکلک مرکبات (Heterocyclic compounds)
اونچی کثافت والی پالیتھین (High density polythene)
ہائنسبرگ ریجنٹ (Hinsberg's reagent)
ہسٹامائنس (Histamines)
ہافمین برومامائڈ تعامل (Hoffmann bromamide reaction)
ہائڈروبوریشن (Hydroboration)
ہائپرایسڈیٹی (Hyperacidity)
بین سالماتی بندش (Intermolecular bonding)
انٹرا سالماتی بندش (Intramolecular bonding)
تشاکل کی تقلیب (Inversion of configuration)
تقلیبی شکر (Invert sugar)
کیٹونس (Ketones)
کولبے الیکٹرولسس (Kolbe electrolysis)
کولبے کا تعامل (Kolbe's reaction)
لیکٹوز (Lactose)
لیوروٹیٹری (Laevorotatory)
لانڈری صابن (Laundry soaps)
لیوئس اساس (Lewis bases)
محدود اسپیکٹرم اینٹی بائیوٹکس (Limited spectrum antibiotics)
خطی پالیمر (Linear polymers)
کم کثافت والی پالیتھین (Low density polythene)

(Optical isomerism)	آپٹکل آئسومیرزم	(Lucas test)	لیوکس ٹیسٹ
(Optically inactive)	بصری اعتبار سے غیر عامل	(Maltase)	مالٹیز
(Organo-metallic compounds)	نامیاتی دھاتی مرکبات	(Maltose)	مالٹوز
(Oxidoreductase)	آکسائڈوریڈکٹیز	(Markovnikov's rule)	مارکونی کوف کا کلیہ
(Ozonolysis)	اوزون پاشی	(Medicated soaps)	ادویہ آمیز صابن
(Peptide bond)	پیپٹائڈ بانڈ	(Medicines)	میڈیسن
(Peptide linkage)	پیپٹائڈ انسلاک	(Melamine - formaldehyde polymer)	میلامائن ـ فارمل ڈیہائڈ پالیمر
(PHBV)	پی ایچ بی وی	(Messenger - RNA)	میسینجر RNA
(Phenols)	فینالس	(Molecular asymmetry)	سالماتی غیر متشاکلت
(Polarity)	قطبیت	(Molecular targets)	سالماتی ٹارگیٹ
(Polyacrylonitrile)	پالی ایکرائلونائٹرائل	(Monosaccharides)	مونوسیکرائڈ
(Polyamides)	پالی امائڈس	(Narrow spectrum antibiotics)	تنگ اسپیکٹرم اینٹی بایوٹکس
(Polyesters)	پالی ایسٹرس	(Natural polymers)	قدرتی پالیمر
(Polyhydric compounds)	پالی ہائڈرک مرکبات	(Natural rubber)	قدرتی ربر
(Polymerisation)	پالیمر سازی	(Neoprene)	نیوپرین
(Polymers)	پالیمر	(Network polymers)	نیٹ ورک پالیمر
(Polysaccharides)	پالی سیکرائڈس	(Nitration)	نائٹریشن
(Polythene)	پالی تھین	(Nomenclature)	تسمیہ
(Preservatives)	تحفظ کار	(Non-biodegradable)	غیر حیاتیاتی تنزل پذیر
(Propellants)	پروپیلنٹ	(Non-ionic detergents)	غیر آئنی ڈٹرجنٹ
(Proteins)	پروٹین	(Non-narcotic analgesics)	غیر منشی انالجیسکس
(Protic solvents)	پروٹک محلل	(Novolac)	نوولیک
(Pyranose structure)	پائرانوز ساخت	(Nucleic acids)	نیوکلک ایسڈ
(Racemic mixture)	ریسیمک آمیزہ	(Nucleophilic substitution)	نیوکلیوفلک بدل
(Racemisation)	ریسیمائزیشن	(Nucleosides)	نیوکلیوسائڈس
(Receptors)	ریسیپٹرس	(Nucleotides)	نیوکلیوٹائڈس
(Reducing sugars)	تحویلی شکر	(Nylon 6)	نائلون 6
(Reimer - Tiemann reaction)	ریمر ـ ٹائی مین تعامل	(Nylon 6, 6)	نائلون ـ 6,6
(Resins)	ریزن	(Oligosaccharides)	اولیگوسیکرائڈس
(Ribose)	رائبوز		

تالیفی ڈٹرجنٹ	(Synthetic detergents)
تالیفی پالیمر	(Synthetic polymers)
تالیفی ربر	(Synthetic rubber)
ٹیفلون	(Teflon)
ٹیریلین	(Terylene)
تھرموپلاسٹک پالیمر	(Thermoplastic polymers)
تھرموسیٹنگ پالیمر	(Thermosetting polymers)
ٹائلٹ سوپ	(Toilet soaps)
ٹالنس ٹیسٹ	(Tollens' test)
مسکن	(Tranquilizers)
ٹرانسفر RNA	(Transfer - RNA)
شفاف صابن	(Transparent soaps)
ٹرائی سیکرائڈس	(Trisaccharides)
وانڈروال قوتیں	(van der Waal forces)
ویسوڈیلیٹر	(Vasodilator)
ویسنل ہیلائڈ	(Vicinal halides)
وناٹلک الکحل	(Vinylic alcohol)
وناٹلک ہیلائڈ	(Vinylic halides)
وٹامنس	(Vitamins)
ولکانا	(Vulcanisation)
پانی میں حل پذیر وٹامن	(Water soluble vitamins)
ولیم سن تالیف	(Williamson synthesis)
وولف۔ کشنر تحویل	(Wolff - Kishner reduction)
ورٹز تعامل	(Wurtz reaction)
ورٹز فٹگ تعامل	(Wurtz-Fittig reaction)
زیگلر۔ نٹا وسیط	(Ziegler - Natta catalyst)
زویٹر آین	(Zwitter ion)
رائبوسومل RNA	(Ribosomal - RNA)
رنگ بدل	(Ring substitution)
روشیل سالٹ	(Rochelle salt)
روزنمنڈ تحویل	(Rosenmund reduction)
ربر	(Rubber)
سیکرک ایسڈ	(Saccharic acid)
سلوارسن	(Salvarsan)
سینڈمیئر تعامل	(Sandmayer's reaction)
تصبین	(Saponification)
رگڑائی والے صابن	(Scouring soaps)
نیم تالیفی پالیمر	(Semi - synthetic polymers)
شیونگ صابن	(Shaving soaps)
صابن	(Soaps)
Sp^3 مخلوط شدہ	(Sp^3 hybridised)
اسٹارچ	(Starch)
اسٹیفن تعامل	(Stephen reaction)
اسٹیریو سینٹر	(Stereo centre)
ساخت۔اساسیت تعلق	(Structure - basicity relationship)
پروٹین کی ساخت	(Structure of proteins)
بدل۔ نیوکلیوفلک بائی مالیکیولر	(Substitution nucleophilic bimolecular)
بدل۔ نیوکلیوفلک یونی مالیکیولر	(Substitution nucleophilic unimolecular)
سکروز	(Sucrose)
سلفونیشن	(Sulphonation)
سوارٹ تعامل	(Swarts reaction)
مٹھاس پیدا کرنے والے ایجنٹ	(Sweeteners)

نوٹ